

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.com

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

Ф. Н. ЗАГОРСКИЙ

ОЧЕРКИ ПО ИСТОРИИ
МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ
СТАНКОВ
ДО СЕРЕДИНЫ
XIX
ВЕКА



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА • 1960 • ЛЕНИНГРАД

АННОТАЦИЯ

Металлорежущие станки как машины, предназначенные для изготовления всякого рода оборудования, в том числе и орудий производства, имеют особо важное значение в техническом прогрессе. Истории станков в отечественной литературе уделялось недостаточное внимание, и данная книга предназначена восполнить этот пробел. В книге излагается история токарных, сверлильных, фрезерных, строгальных и абразивных станков со времени их зарождения до середины XIX в., когда их конструкции приняли устойчивые формы. Наряду с изложением достижений станкостроителей Англии и других стран Западной Европы в книге отведено большое место описанию достижений отечественного станкостроения, в том числе деятельности Нартова и Черепановых. Значительная часть материалов отечественного станкостроения собрана автором в архивах и публикуется впервые. Книга иллюстрирована старинными чертежами и портретами выдающихся станкостроителей.

Книга рассчитана на научных и инженерно-технических работников, преподавателей и студентов высших учебных заведений технического профиля, а также всех читателей, интересующихся историей техники.

Ответственный редактор

доктор технических наук

профессор *Б. Н. ОКУНЕВ*

ВВЕДЕНИЕ

Металлорежущие станки по своей конструкции являются преемниками механизмов, предназначенных для производства изделий из древесины, камня и кости. От своих предшественников металлорежущие станки унаследовали основные принципы устройства и действия. Поэтому «Очерки истории станков для резания металлов» необходимо начать с исследования развития станков, им предшествовавших.

Возможность получения гладких поверхностей с помощью вращательного движения изделия или инструмента стала известна человеку в весьма отдаленную эпоху. Уже добывание огня трением показало возможность получения тела вращения и соответствующей формы отверстия.

Первые устройства для получения поверхностей вращения нельзя отнести к какой-либо группе станков (токарной, сверлильной, шлифовальной) в современном представлении. Эти устройства были элементарно просты и универсальны. Путем усовершенствования на протяжении тысячелетий они превратились в станки. Токарный станок является наиболее старым. Он играл ведущую роль среди устройств для резания материалов. Значение станков токарной группы сохраняется и в современном машиностроении, несмотря на то что многие виды работ выполняются в настоящее время другими станками.

До эпохи промышленного переворота металлические изделия подвергались токарной обработке редко, но с ростом производства машин понадобились станки, приспособленные специально для изготовления металлических частей.

В первой половине XVIII в. уже существовали токарные и токарно-винторезные станки по металлу, но широкого распространения они тогда еще не приобрели, так как не было массовых заказов на их изделия, и важнейшие детали машин, в том числе и паровых, изготовлялись слесарями вручную. Необходимость в машинном изготовлении металлических деталей машин, связанная с широким переходом к машинному производству во всех отраслях промышленности, в полной мере проявилась лишь в конце XVIII — первой четверти XIX в. и послужила толчком к усовершенствованию металлорежущих станков, в первую очередь токарных. При этом были использованы или открыты вновь ранее известные усовершенствования и сделаны новые замечательные изобретения, позволившие далеко двинуть вперед технику машиностроительного производства. Таким был, в самых общих чертах, путь развития токарных металлорежущих станков.

Выделение в самостоятельную группу сверлильно-расточных станков было связано с потребностью в изготовлении артиллерийских орудий. В XV в. появились сравнительно сложные и тяжелые металлорежущие станки, предназначенные для обработки канала ствола орудия. Затем

были созданы агрегаты, которые производили, кроме того, наружную обточку оружейного ствола, отрезание литейной прибыли и обточку цапф. Эти станки в XVIII в. были использованы также для обработки цилиндров насосов, воздуходувок и паровых машин. Как и для других металлорежущих станков, толчком для их усовершенствования послужило широкое развитие в начале XIX в. машиностроения и прежде всего изготовление паровых машин.

Абразивные станки (точила) выделились в самостоятельную группу оборудования довольно рано. Они представляли собой круги естественного камня, приводимые в движение мускульной силой человека, лошадьми или водяным колесом. На протяжении весьма длительного времени конструкции этих станков менялись очень мало. Появление усовершенствованных абразивных станков относится уже ко второй половине XIX в.

Возникновение станков фрезерной группы, прежде всего зубофрезерных, связано с потребностью в большом количестве точно изготовленных зубчатых колес для часов, получивших в XVII в. весьма большое распространение. Опыт конструирования мелких зуборезных станков часового производства был впоследствии, в XVIII в., перенесен на изготовление крупных станков, предназначенных для обработки ответственных и наиболее трудоемких деталей машин — зубчатых колес. Фрезерование металлических поверхностей стало практиковаться еще в XVIII в., но в промышленности этот вид обработки металлов был применен лишь в первой четверти XIX в.

Принцип возвратно-поступательного движения резца или изделия, легший в основу создания строгальных станков, возник из опыта английских ремесленников, выстрагивавших модные в XVII в. узоры на черенках ножей. Конструкции английских устройств были описаны в литературе. В то же время возникла потребность в изготовлении инструментов с точными плоскостями для научной работы и делались попытки создания оборудования для исполнения этой работы. А. К. Нартов, выдающийся механик первой половины XVIII в., сконструировал и построил машины, имевшие все элементы современных нам продольно- и поперечно-строгальных станков. Далее француз Фок, англичане Модсли, Клемент, Робертс и другие создали станки, в которых не только принцип действия, но и конструктивное оформление приняло устойчивые формы.

Сложившееся в иностранной литературе мнение о единоличном изобретении строгального станка Фоком можно рассматривать лишь как доказательство недостаточности знаний в области истории техники машиностроения, каждая страница которой служит подтверждением справедливости слов Маркса о том, что «критическая история технологии вообще показала бы, как мало какое бы то ни было изобретение XVIII столетия принадлежит тому или иному отдельному лицу».¹

Таким, вкратце, был путь развития металлорежущих станков. В литературе он отражен слабо, что не соответствует значению этого рода орудий производства, являющихся машинами для производства всех других машин.

Истории металлорежущих станков на русском языке посвящено немного работ. Первой по времени является статья В. А. Каменского о машинах для сверления канала ствола орудия.² Хотя автор ставил себе бо-

¹ К. Маркс. Капитал, т. I. Госполитиздат, 1955, стр. 378, примеч. 89.

² В. А. Каменский. Модель Олопецкой пушечно-сверильной машины первой четверти XIX в. Архив истории науки и техники, вып. 2, Изд. АН СССР, Л., 1934, стр. 247—264 (см. также: В. А. Каменский. Производственный процесс на б. Александровском заводе в конце XVIII в. Карельско-Мурманский край, 1930, № 6).

лее частную задачу — описать сохранившуюся модель станка, работа его содержит также краткое изложение истории этих машин. В. А. Каменский привлек большое количество печатных источников, использовал данные из Архива Артиллерийского исторического музея и известную рукопись В. И. Геннина (тогда еще не изданную). Несмотря на то что работа написана весьма основательно, она все же далеко не полна в отношении печатных и особенно архивных источников и содержит ряд спорных положений.

В 1935 г. появилась работа И. А. Ростовцева, содержавшая обзор книг XVIII в. по токарным станкам.³ В этой статье дается краткий обзор работ Моксона, Плюмье, «Иллюстраций» к «Энциклопедии» Дидро и Даламбера, относящихся к токарному искусству, книг Гюло-отца, Бержерона, Гаспара Монжа. Характер статьи обзорный, и автор ее почти не углубляется в старинные книги далее их предисловий, из которых и черпает основные материалы. Кроме того, он широко использует привилегии и сертификаты, которыми снабжалось в XVIII в. большинство технических изданий. Глубокого анализа содержания рассмотренных книг и их обоснованной оценки автор не дает. Эта статья отражает первую стадию работы ее автора по собиранию фактического материала.

После довольно длительного перерыва, начиная с 1945 г., в СССР вышло несколько популярных статей и брошюр, посвященных А. К. Нартову, Я. Т. Батищеву и другим выдающимся деятелям в области станкостроения. Эти брошюры в большей своей части не содержат новых фактов, а факты, ранее известные, излагали неточно. Поэтому останавливаться на них нет надобности.

Серьезный интерес представляет небольшая статья конструктора станкостроительного завода им. Свердлова И. А. Дружинского о некоторых токарно-копировальных станках непроизводственного назначения из коллекции Государственного Эрмитажа. Статья является изложением доклада на Всесоюзной конференции по обработке металлов резанием.⁴ В работе Дружинского приводятся кинематические схемы, составленные в результате обмера станков, а также и некоторые расчетные данные, характеризующие особенности процесса резания.

Важным вкладом в исследование истории металлорежущих станков явилась книга проф. А. С. Бриткина и С. С. Видонова, посвященная деятельности выдающегося машиностроителя XVIII в. А. К. Нартова.⁵ В книге значительное место отведено истории токарных станков, впервые даны кинематические схемы, снятые с натуры, и описания всех токарных станков коллекции, хранящейся в Государственном Эрмитаже. Схемы и описания, данные проф. А. С. Бриткиным, являются предельно ясными и исчерпывающими. Они составляют лучшую часть книги, которая наряду с этими исключительно ценными материалами содержит также ряд спорных положений по вопросу о приоритете. Следует отметить, что книга А. С. Бриткина и С. С. Видонова, так же как и работа И. А. Дружинского, освещает историю лишь тех станков, которые предназначались для

³ И. А. Ростовцев. Руководства по токарному искусству в XVIII в. Архив истории науки и техники, вып. 6, Изд. АН СССР, Л., 1935, стр. 129—170.

⁴ И. А. Дружинский. Первые русские копировально-токарные станки. В кн.: Специализированные станки в машиностроении, кн. 9. Машгиз, М.—Л., 1949, стр. 14—24, с илл.

⁵ А. С. Бриткин, С. С. Видонов. Андрей Константинович Нартов — выдающийся машиностроитель XVIII в. М., 1950.

изготовления индивидуальных художественных изделий и не имели на значением выпускать какую-либо промышленную продукцию.

В 1952 г. в Туле вышла брошюра В. Н. Ашуркова,⁶ посвященная деятельности М. В. Красильникова, Я. Т. Батищева, П. Д. Захаво и А. М. Сурнина — выдающихся станкостроителей на Тульском оружейном заводе. Брошюра написана с привлечением значительного количества архивных материалов и благодаря этому содержит ряд достоверных биографических данных, которые ранее не были известны.

Следующим по времени выхода в свет трудом, посвященным истории станков в России, является книга И. А. Дружинского и Е. П. Федосеевой, посвященная рукописи А. К. Нартова «Театрум Махиарум».⁷ В этой книге дается краткое изложение замечательной рукописи выдающегося машиностроителя, воспроизводятся некоторые помещенные в ней иллюстрации, а также дано несколько кинематических схем станков для изготовления художественных изделий. Полезность книги заключается прежде всего в том, что она вводит в научный обиход новый ценнейший материал. Недостатком ее является отсутствие подробных описаний, позволяющих полностью овладеть материалом рукописи Нартова. Термины, введенные Нартовым и непонятные в наши дни, остаются в книге нераскрытыми.

В 1957 г. вышла большая книга Л. А. Айзенштадта и С. А. Чихачева «Очерки по истории станкостроения в СССР», в которой собраны интересные материалы, относящиеся к XX в., особенно к истории станкостроения за годы Советской власти, но ее главы, посвященные истории металлорежущих станков до XX в., являются компилятивными. Здесь не рассматривается книга проф. В. В. Данилевского «Нартов и „Ясное зрелище машин“» (1958), поскольку трактовка содержащихся в ней материалов является спорной. Кроме указанных выше работ, не считая популярных, на русском языке можно отметить лишь краткие исторические очерки, предпосылаемые курсам металлорежущих станков. Лучшим является очерк, помещенный в книге проф. Н. С. Ачеркана.⁸

Литература на иностранных языках также небогата. Работы Поппе⁹ и Кармарша,¹⁰ вышедшие еще в XIX в., не содержат конкретных материалов. Следующим по времени является труд английского ученого Смайлса «Биографии деятелей промышленности».¹¹ Самуэл Смайлс (1812—1904) собирал материалы для своей книги (в которой помещены биографии Брама, Модсли, Клемента, Фокса, Мэри, Робертса, Витворта, Нэсмита и Ферберна) тогда, когда некоторые из этих замечательных станкостроителей были в расцвете творческих сил и, являясь учениками деятелей старшего поколения, могли сообщить о них и о себе данные

⁶ В. Н. Ашурков. Тульские мастера оружейного дела. Тула, 1952.

⁷ И. А. Дружинский, Е. П. Федосеева. «Театрум Махиарум» А. К. Нартова. К 200-летию со дня смерти А. К. Нартова — автора первого русского труда о станках. Л., 1956. Рецензия: Ф. Н. Загорский. A Publication Concerning the History of Russian Technique. Вестн. истории мировой культуры, 1957, № 3, стр. 244—246.

⁸ Н. С. Ачеркан. Расчет и конструирование металлорежущих станков. Изд. 2, М., 1954.

⁹ J. H. M. Poppe von. Geschichte der Technologie seit der Wiederherstellung der Wissenschaften bis an das Ende des achtzehnten Jahrhunderts. Göttingen, 1807—1811.

¹⁰ K. Karmarsch. Geschichte der Technologie seit der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts. München, 1872.

¹¹ S. Smiles. Industrial biography. Boston, 1864; 2-е изд.: London, 1876; С. Смайлс. Биографии промышленных деятелей. СПб., 1872. Местами перевод малоудовлетворителен.

исключительной ценности. Биографии читаются как произведения художественной литературы, но вместе с тем написаны с глубоким знанием техники. Одним из первых, находясь на позициях стихийного материализма, Смайлс пытался также нарисовать в отдельных главах общую картину роста техники на фоне развития человеческого общества.

Обширный труд американского профессора Роу,¹² вышедший на 70 лет позже, представляет добросовестную компиляцию из ряда журнальных статей (отчасти самого проф. Роу) и книги Смайлса. Вторая часть книги посвящена восхвалению американских фирм по производству вооружения и плохо увязана с первой частью. Сам проф. Роу в этой работе ввел в научный обиход мало новых материалов.

В известном немецком энциклопедическом труде по истории техники, написанном проф. Францем Фельдхаузом,¹³ имеются небольшие, но интересные статьи по истории токарных и сверлильных станков, маленькая статья по фрезерным станкам, в которой Фельдхауз допустил явную фактическую неточность (о чем подробно будет сказано ниже), а также краткие заметки по строгальным и абразивным станкам.

Немецкий инженер Бертольд Буксбаум в 1920 г. выпустил небольшую брошюру по истории металлорежущих станков,¹⁴ в которой пытался выявить основные пути и внутреннюю логику их развития. Однако, отойдя от конкретного материала, которым в своих журнальных статьях он владел превосходно, Буксбаум перешел в область абстракции, и ему не удалось сделать что-либо значительное.

В 1938 г. проф. Фельдхауз принял участие в создании рекламного каталога немецкой машиностроительной фирмы Ган и Кольб.¹⁵ В этом каталоге, являющимся библиографической редкостью, имеется обширное введение, написанное проф. Фельдхаузом, ценные иллюстрации и библиография. Первые 50 страниц этого введения (около половины его объема занимают иллюстрации) посвящены истории развития металлорежущих инструментов и станков. Здесь содержится много фактического материала, но анализа сообщаемых фактов почти нет.

К 1942 г. относится издание докторской диссертации немецкого инженера Карла Витмана «Развитие токарного станка».¹⁶ Книга эта невелика — всего около 200 страниц небольшого формата. Однако по глубине исследования и обилию изученных автором материалов она может считаться лучшей работой в данной области. Наиболее заметным ее недостатком является наличие путаных схем и классификаций при описании развития токарного станка до XIX в., причем существенные, коренные изменения конструкций смешиваются со второстепенными. Кроме того, если поверить Витману, все существенные узлы современного токарного станка (кроме суппорта) были созданы еще Леонардо да Винчи. В действительности гениальное фантазирование этого великого человека не оказало влияния на развитие машиностроения.¹⁷ Конструкции Леонардо да Винчи не были и не могли быть поняты современниками, так

¹² J. W. R o e. English and American Tool Builders. N. Y., 1926.

¹³ F. M. F e l d h a u s. Die Technik der Vorzeit, der Geschichtlichen Zeit und der Naturvölker. Leipzig und Berlin, 1914.

¹⁴ B. B u x b a u m. Die Entwicklungsgrundzüge der industriellen spanabhebenden Metallbearbeitungs-Technik in 18 und 19. Jahrhundert. Berlin, 1920.

¹⁵ F. M. F e l d h a u s. Von Werkzeugen und Werkzeugmaschinen. Denkschrift zum 40 jährigen Bestehen der Firma Hahn und Kolb. Stuttgart, 1938.

¹⁶ K. W i t t m a n n. Die Entwicklung der Drehbank. Berlin, 1942. Ввиду гибели тиража книга очень редка. В книгохранилищах СССР отсутствует.

¹⁷ F. M. F e l d h a u s. Leonardo der Techiker und Erfinder. 2 Aufl., Jena, 1922.

как потребность в этих конструкциях возникла только через несколько столетий. Тогда их изобрели вновь, независимо от Леонардо. Наброски самого Леонардо были вскоре после его смерти утеряны и обнаружены лишь в XIX в., когда они явились только свидетельством гениальности автора, а практической ценности уже не имели.

Однако ни отмеченные выше, ни ряд менее существенных недостатков книги Витмана не умаляют ее значения как первого систематического научного труда в области истории металлорежущего оборудования, который охватывает, хотя и в очень сжатой форме, весь путь совершенствования токарного станка от его создания на ранних стадиях развития техники до наших дней.

Кроме указанных выше основных иностранных работ по истории металлорежущих станков, имеется некоторое количество компиляций, которые приводить здесь нецелесообразно.

На иностранных языках, английском и немецком, имеется также около десятка ценных статей, помещенных преимущественно в журнале «Энджинир» (Лондон),¹⁸ в периодических сборниках английского Общества по изучению истории техники и технологии им. Ньюкомена,¹⁹ а также в известных сборниках проф. Конрада Мачоса.²⁰ Эти статьи, вышедшие большей частью в первой четверти текущего столетия, обобщены в упомянутой выше книге Роу.

Приведенный обзор литературы подтверждает выдвинутое ранее положение о том, что история металлорежущих станков изучена еще недостаточно.

В иностранных книгах и статьях нет даже упоминаний о достижениях станкостроения в России. Поэтому автору настоящих «Очерков» работы иностранных ученых оказали помощь лишь при сборе данных по истории станкостроения Англии, Германии и отчасти Франции и США.

В отечественной литературе сведений по истории металлорежущих станков в России имеется очень мало. При написании «Очерков» материалы о творчестве русских техников были почти целиком взяты из рукописных источников, хранящихся в архивах и библиотеках. Это сильно затруднило работу над книгой, которая не может поэтому быть исчерпывающе полной.

Недостаточная изученность вопроса и установленный объем книги заставили автора ограничить настоящие «Очерки» только материалами о токарной, сверлильно-расточной, фрезерной, строгальной и абразивной группах станков. Многие чертежи и рукописи, обнаруженные автором в различных хранилищах, не смогли быть включены в эту книгу из-за отсутствия места.

Период, который охватывает книга, заканчивается серединой XIX в., так как именно к этому времени сложились основные черты конструкций металлорежущих станков, сохранившиеся до наших дней. Таким образом, рассматриваемый в книге отрезок времени представляет собой определенный заверченный этап в истории станков. Кроме того, привлечение более поздних материалов, имеющихся в изобилии, привело бы к чрезвычайному увеличению объема работы. Итоги исследования основных направлений развития металлорежущих станков за последнее столетие предполагается осветить в последующих изданиях.

¹⁸ Engineer. London.

¹⁹ The Newcomen Society for the study of the history of Engineering and Technology, Transactions, London, 1920, № 1.

²⁰ Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, 1909, № 1; 1931—1932, № 21; Technikgeschichte, 1933, № 22; 1939, № 28.

Глава I

ТОКАРНЫЕ СТАНКИ

Круглые отверстия в камнях начали делать еще в эпоху палеолита. Практика обнаружила значение повышения скорости вращения орудия для повышения производительности труда. Переход от вращения орудия одной рукой к вращению его между ладонями обеих рук дал повышение производительности в два—три раза. Открытие, что шнур, обведенный вокруг орудия, может быть его движителем при попеременном перетягивании в противоположные стороны, значительно повысило производительность. Однако это вызывало занятость обеих рук одного человека. Держать и направлять орудие пужно было второму лицу. Применение в качестве движителя не обычного шнурка, а тетивы лука дало возможность работать одному человеку и повысило производительность труда сравнительно с перекачиванием орудия между ладонями раз в двадцать.¹

Орудием для получения отверстий в каменных предметах была палка, прижимающая абразив (песок) к обрабатываемому предмету. Значительная глубина и правильная форма отверстий во многих каменных молотах и топорах заставляют предполагать, что позже палку, с помощью которой получали отверстие, уже не держали в руках, а необходимое взаимное расположение обрабатываемого предмета и режущего устройства фиксировалось простейшей установкой, состоявшей из двух колец и связывающей их перекладины. Эта установка обеспечивала дальнейшее повышение производительности труда и более высокое качество обработки. На рис. 1 представлено изображение подобной установки, реконструированной Веймарским музеем.² Такая установка была известна первобытным народам.³

Вместо палки, прижимающей абразив (песок) к обрабатываемому изделию, в дальнейшем иногда применяли трубчатые предметы (кости крупных животных, бамбук), которые соприкасались с изделием только по кольцевой поверхности. Это повышало давление на единицу поверхности, уменьшало количество материала, подлежащего истиранию, и облегчало центрирование. Описанное устройство, иногда неправильно называемое сверлильным станком, в действительности являлось скорее абразивным. Оно было предшественником станков всех типов, первым из которых оформился токарный станок.

¹ С. А. Семенов. Первобытная техника (опыт изучения древнейших орудий и изделий по следам работы). М.—Л., 1957, стр. 96—104, 236.

² F. M. Feldhaus. Von Werkzeugen und Werkzeugmaschinen. Denkschrift zum 40 jährigen Bestehen der Firma Hahn und Kolb. Stuttgart, 1938, стр. 2, 162.

³ F. M. Feldhaus. Die Technik der Vorzeit, der Geschichtlichen Zeit und der Naturvölker. Leipzig und Berlin, 1914, стр. 123, рис. 94.

Выше уже отмечалось первенствующее положение токарных станков на протяжении почти всей истории развития металлорежущего оборудования. Важнейшие этапы развития токарного станка представлены в та-

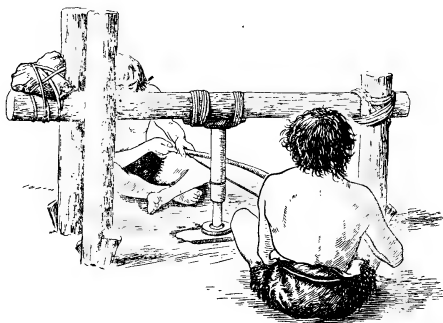


Рис. 1. Устройство для выполнения отверстий в каменных орудиях. Реконструкция музея в Беймаре.

Развитие токарного станка

Дата	Значительные усовершенствования в конструкции
Неолит.	Появление устройств, использующих вращательное движение для формообразования изделий при обработке резанием.
Около 500 лет до н. э.	Переход от точения изделия, устанавливаемого в подшипниках, к точению в центрах.
XIV—XV вв. н. э.	Переход от лучка к деревянной пружине (очепу или луку), закрепленной вне станка.
XVI—XVII вв.	Устранение холостого обратного хода изделия и введение подвижных поддержек и суппортов для резца; применение маховика, установленного на станке; отделение привода от станка.
XVIII в.	Механизация процесса резания при изготовлении художественных изделий из кости и древесины твердых пород.
Первая четверть XIX в.	Механизация процесса резания на металлорежущих станках, предназначенных для изготовления предметов массового спроса и деталей машин; механизированный суппорт; получение заданных параметров нарезаемых винтов с помощью наборов зубчатых колес; холостой шкив; автоматический останов при окончании обработки изделия.
Вторая четверть XIX в.	Усовершенствование достижений предыдущего периода в конструктивном отношении.

блице на стр. 10. Из таблицы видно, что токарный станок развивался на протяжении последних восьми тысячелетий. Темпы развития токарного станка соответствуют темпам общего прогресса техники. Если в начале периоды между датами существенных изменений конструкции станка исчислялись тысячелетиями, то в XIX в. этот период равен только четверти века. В таблице указаны сроки в соответствии с введением того или иного усовершенствования в производство.

1. ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЛУЧКОВОГО ТОКАРНОГО СТАНКА

Токарный станок в простейшем виде был известен уже древним народам. До нас дошло некоторое количество деревянных точеных украшений и ножек саркофагов, изготовленных древними греками, однако определенных данных о конструкции их токарных станков не имеется.⁴

В 1949 г. Б. А. Куфтип при раскопках Авневского кургана в Юго-Осетинской автономной области Грузинской ССР обнаружил бронзовый токарный резец, датируемый началом II тысячелетия до н. э. Резец имеет режущие кромки по обоим концам стержня, причем их геометрические формы различны. Находка была исследована проф. Ф. Н. Тавадзе, который установил, что резец мог быть применен для обработки древесины, а также золота и серебра. Материал резца имеет твердость по Бринелю 120 кг/мм², что почти в три раза превышает твердость серебра и золота.⁵

Под руководством проф. Ф. Н. Тавадзе были проведены исследования золотых и серебряных сосудов, найденных на территории древней Грузии и датируемых началом первого тысячелетия до н. э. Было установлено, что многие из них изготовлялись выдавливанием на токарных станках.⁶ Таким образом, распространение применения токарного станка для давящих работ, видимо, предшествовало резанию на нем металлов, поскольку металлических предметов, выточенных на станке, обнаружено не было.

Известен каменный рельеф, относящийся к эллинистической эпохе Египта (около 300 лет до н. э.),⁷ на котором можно впервые увидеть токарный станок. Он имел две стойки с центрами, между которыми находилась обрабатываемая деталь. Ее закрепление осуществлялось связыванием концов стоек, далеко выступавших за линию центров. На обрабатываемую деталь набрасывался шнурок, перетягиванием которого обеспечивалось вращение. Один человек вращал деталь, а другой подставлял резец и снимал слой материала.

Древние авторы неоднократно упоминают о токарном станке. Витрувий, написавший сочинение «Об архитектуре» приблизительно в 13—16 гг. до н. э., упоминает о роликах (явившихся частями осадной машины), выточенных на токарном станке, а также о других точеных деталях. В том же сочинении Витрувия содержатся и другие упоминания о токарном станке. Важно заметить, что сам Витрувий считал токарный станок устрой-

⁴ М. И. Максимова. Обработка изделий, эллинистическая техника. Сб. статей под ред. акад. И. И. Толстого, М.—Л., 1948, стр. 196.

⁵ Ф. Тавадзе и Т. Сакварелидзе. Бронзы древней Грузии. Тбилиси, 1959, стр. 27.

⁶ Ф. Тавадзе, Ш. Месхия, В. Баркая. Обработка листового металла на станках в древней Грузии. Тбилиси, 1954. (На груз. яз.). Ф. Тавадзе и В. Баркая. Из истории обработки металлов давлением по археологическим материалам Грузии. Сов. археология, т. XX, 1954, стр. 357—381.

⁷ G. Levebre. Tombeau de Petosiris. Paris, 1924.

ством общеизвестным, а потому даже не требующим специального описания.

Первое сведение о гайке, выточенной на токарном станке, относится к 362 г н. э.⁸

Изготовление токарных изделий из древесины, рога, кости и алебаstra у римлян было поставлено настолько широко, что там возник специальный термин для обозначения токарного станка — *Tornus*, и токаря — *Tornator*. Эти термины перешли затем в романские языки.

На протяжении тысячелетий токарный станок являлся универсальным устройством для формообразования изделий и получения круглых отверстий в тех случаях, когда желательна или необходима была их правильность. Последняя могла быть обеспечена только при вращательном движении изделия или инструмента.

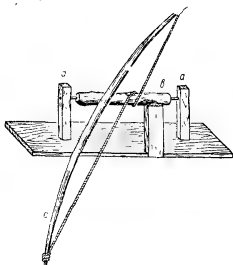


Рис. 2. Токарный станок с ручным лучковым приводом. Реконструкция проф. Фельдхауза.

На рис. 2 изображен древний токарный станок, реконструированный Фельдхаузом по сохранившимся изображениям и этнографическим материалам из жизни первобытных народов.⁹ Вращение заготовки (в), зажатой между центрами (а, а), достигалось с помощью возвратно-поступательных движений лучка (с), который токарь держал в левой руке. Правой рукой он держал режущий инструмент. Тетива лучка сначала просто скользила по заготовке. Позже тетиву начали обводить один-два раза вокруг заготовки, чтобы сделать вращение более равномерным и увеличить крутящий момент.

Работа на таких станках изображена на миниатюре в испанской рукописи XIII в., которая, возможно, заимствовала его из более раннего восточного источника. Миниатюра представляет интерес еще и потому, что на ней видно, в каких тяжелых условиях работал токарь. Вся конструкция станка была нежесткой, и токарю приходилось придерживать ее ногой, что весьма осложняло изготовление крупных и сложных изделий.¹⁰

В XI в. токарные изделия были широко распространены в Грузии. Об этом свидетельствуют сохранившиеся в ряде храмов алтарные преграды, составленные из столбиков, выточенных из алебаstra.¹¹

Материальная культура славян эпохи до X в. недостаточно исследована. Но начиная с X в. их токарные изделия уже обнаружены археоло-

⁸ F. M. Feldhaus. Die Technik der Antike und des Mittelalters. Potsdam, 1930, стр. 24.

⁹ F. M. Feldhaus. Die Technik der Vorzeit. . . , стр. 210, рис. 145.

¹⁰ И. А. Орбели, К. В. Травер. Шатранг. Книга о шахматах. Л., 1936, рис. 5.

¹¹ Такие алтарные преграды храмов сохранились в следующих селениях Грузинской ССР:

Саван, 1046 г. (Ars Georgica, т. 1. Тбилиси, 1947, табл. 33₁).

Спетя, XI в. (Там же, табл. 33₂ и 34).

Старая Шуамта, XI в. (Там же, т. 3, 1950, табл. 74).

Патара Они, XI в. (Там же, табл. 75).

Лыхны, XI в. (Там же, табл. 78₁).

гами. Так, вблизи Чернигова при раскопках так называемой Черной Могилы, датируемой X в., обнаружены пашки, выточенные из кости на токарном станке. Деревянные токарные изделия того времени, как менее стойкие по сравнению с костью, не сохранились.

Примерно к этому же времени относятся обнаруженные на Украине мастерские по изготовлению пряслиц из шифера, которые, как более красивые и удобные, заменили глиняные. Шиферные пряслица изготовлялись, видимо, шлифованием с помощью устройства, близкого к изображенному на рис. 1.

В XIII в. токарные изделия получили на Руси распространение, о чем свидетельствуют многочисленные археологические материалы. Акад. Б. А. Рыбаков сообщает, что деревянные изделия, выточенные на токарном станке, уже имелись даже в провинциальном городке недалеко от Киева (Райковецкое городище). В самом Киеве, в тайнике Десятинной церкви, найдена точеная мисочка, относящаяся к XIII в.

На простейших токарных станках русские мастера работали резцами, сделанными из стали. От долгого нахождения в земле резцы в значительной степени утратили свою форму. Все же Б. А. Рыбаков отмечает, что среди различных железных предметов XI—XII вв. имеется несколько резцов со скошенным краем, которые можно связывать с токарными работами.¹²

На станке с ручным лучковым приводом только правая рука токаря работала непосредственно над изделием, так как левой рукой двигался лучок. Половина всего рабочего времени затрачивалась на обратное вращение заготовки и вызываемые этим отвод и подвод резца. Работа выполнялась в неудобном положении и была весьма утомительной. В этих условиях можно было с достаточной быстротой изготовлять только самые примитивные изделия. Однако такие станки были крайне просты, их было легко изготовить из подручных материалов. Поэтому для производства несложных токарных деревянных изделий, хозяйственной посуды и частей мебели эти станки применялись в течение тысячелетий и получили широкое распространение. Например, в России у кустарей, изготовлявших детскую точеную мебель, они дожили до конца XIX в.

Но даже такие незатейливые станки можно было делать более производительными. Ярким примером этого служит описываемый ниже станок (рис. 3), приводимый в движение лучком вручную, но в то же время снабженный остроумным установочно-зажимным приспособлением, зарядка которого вынесена за пределы станка.

На рис. 3 дана фотография оригинального специализированного токарного станка, предназначенного для обточки черешков деревянных ложек. Станок, изготовленный в XVIII в., хранится в Семеновском кустарно-художественном музее Горьковской обл. Специализация станка для выполнения лишь одной операции на однотипной заготовке деревянной ложки, изготовлявшейся в большом количестве ввиду постоянного спроса, выразилась в создании оригинального установочно-зажимного приспособления, которое является самым старым из всех известных до настоящего времени.

Приспособление состоит из деревянной двузубой вилки. Ее зубья, имеющие желобки, сходятся вместе и образуют цилиндрический канал, диаметр которого несколько меньше диаметра ручки ложки. Зубья вилки вместе с заключенной между ними ручкой ложки стягиваются хомутом,

¹² Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси. М., 1948, стр. 191, 412, 416.

который удерживается силой трения. Таким образом получается веретенообразный комплект, одно острие которого составляет заостренный черешек вилки, а другое — заостренный конец ручки ложки. Этот комплект ставится на станок остриями в ямки стоек — бабок. Задняя «бабка» может несколько отклоняться от вертикали, что компенсирует небольшие отклонения в размерах ложек по длине. Ограничение отклонения обеспечивается вкладыванием деревянного клинышка. Таким образом, приспособление с установленной и закрепленной в нем деталью отделено от станка. Комплект может собираться отдельным лицом параллельно с обработкой заготовки на станке, что дает возможность значительно ускорить работу и привлечь неквалифицированную рабочую силу для выполнения простой и физически легкой операции.

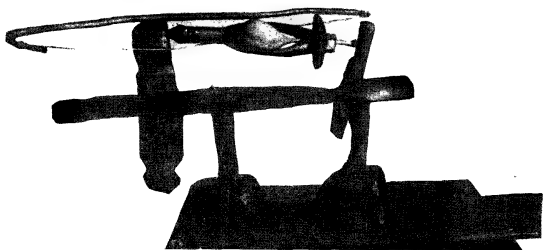


Рис. 3. Специализированный токарный станок. XVIII в. Кустарно-художественный музей в г. Семенове.

Приспособление приводится во вращение тетивой лучка. Последний можно перемещать левой рукой, а в правой держать резец. Работа будет еще более производительной, если лучок водит отдельный человек. Резцедержатель опирается на перекладину и, видимо, имеет вид рогатки. Одна ее ветвь снабжена резцом, а другая служит упором. Описанный станок и его установочно-зажимное приспособление наглядно показывает, что даже в простейших крестьянских промыслах при массовом выполнении однотипных операций проявляются тенденции, полностью соответствующие имеющимся в современном нам производстве. Действительно, современный нам технолог, получив аналогичную задачу, вряд ли избрал бы применительно к описанному станку более разумное решение, удивительно соответствующее столь примитивным возможностям изготовления специализированного оборудования.

2. СТАНКИ, ПРИВОДИМЫЕ В ДЕЙСТВИЕ С ПОМОЩЬЮ ДЕРЕВЯННОЙ ПРУЖИНЫ

Потребность в изготовлении значительного количества более сложных изделий заставила искать способы улучшения конструкции примитивного токарного станка с ручным лучковым приводом. Прежде всего тре-

бывалось освободить для работы над изделием обе руки токаря. Это было достигнуто открытием ножного привода, который состоял из педали, соединенной гибкой связью с деревянной пружиной. Пружины имели вид либо оцепы, либо лука.

Оцеп обычно имел форму бруска, прямоугольное сечение которого на одном конце было значительно больше, чем на другом. Он прикреплялся толстым концом к стене или стойке, а к другому его концу присоединялась веревка, которой обматывалась один—два раза заготовка. Другой конец веревки прикреплялся к педали. Упругость оцепы, тянувшего веревку, заставляла заготовку вращаться. Нередко в качестве пружины вместо оцепы применялся деревянный лучок, прикреплявшийся к потолку или другому прочному месту за середину. Концы лука стягивались тетивой, к которой прикреплялась приводная веревка. Появление станка с ножным приводом и деревянной пружиной можно отнести к XIII в.

Токарные работы в древней Руси исследовал Б. А. Колчин. Он пользовался археологическими материалами и литературными источниками. Результаты его исследований представляют значительный интерес при изучении стальных токарных резцов.¹³

Первое известное изображение педального токарного станка относится к XIII в. Оно имеется на витраже Шартрского собора. Рисунок не дает возможности установить, имеет станок оцеп или лук. Совершенно ясно оцеп виден на рисунке, изображающем токаря, во французской рукописи XIV в. (рис. 4).¹⁴

К 1400 г. относится изображение станка с оцепом, помещенное в описании мастерской в Нюрнберге, известной под названием «Дом двенадцати братьев Менделя».¹⁵

Первый полностью сохранившийся до наших дней токарный станок также приводился в действие с помощью деревянной пружины. Этот станок был подарен в 1500 г. тирольскими сословными представителями императору Максимилиану I, одному из наиболее ранних знатных любителей ремесел, в том числе и токарного. Как будет отмечено ниже, таких любителей в XVIII в. было уже много.

Станок изготовлен из древесины и украшен резьбой. Его передняя бабка изображает башню, а задняя — часть средневекового замка. Богатство украшений объясняется тем, что станок принадлежал не ремесленнику, а самому императору. В деревянных бабках вставлены стальные центры.



Рис. 4. Токарный станок с оцепом и ножным приводом. XIV в. Французская миниатюра.

¹³ Б. А. Колчин. Техника обработки металла в древней Руси. М., 1953, стр. 110—113.

¹⁴ A History of Technology, vol. II. Oxford, 1956, стр. 645.

¹⁵ K. Wittmann. Die Entwicklung der Drehbank. Berlin. 1942, рис. 10.

Винт, вращаясь, перемещался в неподвижно закрепленной гайке 6 и перемещал резцедержатель 7 и резец 8. Таким образом, в описываемой конструкции на один оборот заготовки была предусмотрена определенная величина подачи резца.

Поперечная подача регулировалась рабочим с помощью педали, нажимая на которую он отводил резец от обрабатываемой детали. Поперечная составляющая усилия резания обеспечивалась грузом 9. Устрой-

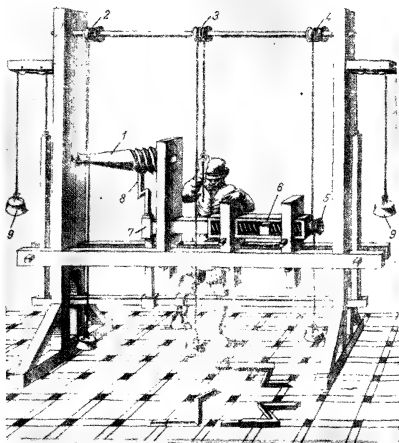


Рис. 7. Токарно-винторезный станок. 1569 г. По Бессону.

ство для прижимания резца к обрабатываемой поверхности не позволяло резцу отрываться от детали при изменении формы последней. Это позволяло наносить винтовые линии также и на детали с переменным сечением. Поэтому ошибочным является мнение проф. Фельдхауза о том, что на рассматриваемом рисунке обрабатываемая деталь изображена конической неправильно, по произволу художника — иллюстратора книги.¹⁹ Сложная работа по нанесению декоративной винтовой нарезки не только на изделия конической формы, но даже на изделия с переменным сечением на описываемом станке была вполне осуществима.

Неправильным на иллюстрации является положение рабочего, который должен наблюдать за ходом обработки и поэтому стоять несколько левее.

¹⁹ P. M. Feldhaus. Die Technik der Vorzeit. . ., стр. 215.

В рассматриваемую эпоху потребности машиностроения далеко еще не стали фактором технического прогресса в станкостроении. Сложные станки создавались в первую очередь для изготовления декоративно-художественных бытовых изделий, а все остальное производилось на обычных простейших станках (описывать которые все авторы, в том числе и Бессон, не находили нужным). Развитие конструкций станков для изготовления декоративно-художественной продукции до эпохи промышленного переворота опережало развитие конструкций станков производственного назначения. Поэтому понятно, что два другие оригинальные токарные станка, описываемые Бессоном, предназначены только для декоративно-художественных работ.

Один из них (рис. 8) имел назначением изготовление фигурных ножек и колонок мебели. Обрабатываемая деталь 1 вращалась вокруг своей оси с помощью обычных лука и педали. Резец совершал по вертикали движение, позволяющее вследствие приближения к оси детали и удаления от нее получать перпендикулярные сечения с осями симметрии разной длины. Чтобы заставить резец совершать такие движения в вертикальной плоскости, станок имел устройство, заставлявшее перемещаться в той же плоскости опорный брус (подручник) 2 в направляющих 3. Это устройство состояло из двух шайб 4, на которые все время опирался брус (подручник) 2. Шайбы 4 могли быть установлены под разными углами к валу с обрабатываемой деталью и закреплены на нем. Характер движения бруса мог быть изменен перестановкой шайб в новое положение. Для закрепления их в нужном положении служили зубчатые секторы 5. Для получения заданного профиля вдоль образующей заготовки брус (подручник) 2 имел соответствующую волнообразную прорезь, по которой передвигали отогнутую часть стебля резца (резцы отдельно показаны над станком). Чтобы можно было упереть резец в отверстия, расположенные вдоль прорези, вставляли колышки. Описанное устройство является прообразом копра.

Еще один токарный станок, приведенный в описании Бессона, специально приспособлен для изготовления художественно-декоративной посуды. Устройство его в принципе не отличалось от описанного выше, если не считать того, что здесь перемещение по вертикали резца с удлиненной рукояткой обеспечивалось не специальным подвижным брусом (подручником), как это было в предыдущей конструкции, а за счет непосредственного контакта с шайбой, сидевшей на одном валу с обрабатываемым изделием. На этом станке было удобно производить расточные работы, и он служил для обработки полостей сосудов и впадин на их поверхности.

Таким образом, уже в первом печатном труде, описывающем сложные токарные работы, имеются материалы, свидетельствующие о высоком уровне конструкторской мысли, предвосхитившей некоторые из тех устройств для автоматизации процесса резания на станках, которые были широко применены лишь через несколько столетий.

Станок с ножным приводом, типичный для XV—XVII вв., освобождал руку токаря от лучка и давал ему возможность сосредоточить все усилия на процессе изготовления изделия.

Подобную конструкцию изобразил талантливый нидерландский гравер, ученик Рембрандта, Иорис ван Флит, создавший в 1635 г. галерею Реалистически изображенных типов ремесленников. На рис. 9 помещен снимок с его гравюры, хранящейся в Отделе эстампов Государственной Публичной библиотеки им. М. Е. Салтыкова-Щедрина. Здесь изображен

токарь за работой на станке с ножным приводом и очепом, набор инструментов и образцы изделий (стул, самопрялка, коробки). В художественном отношении эта гравюра отражает значительные успехи, достигнутые искусством за время, прошедшее со времени работ Иоса Аммана (см.

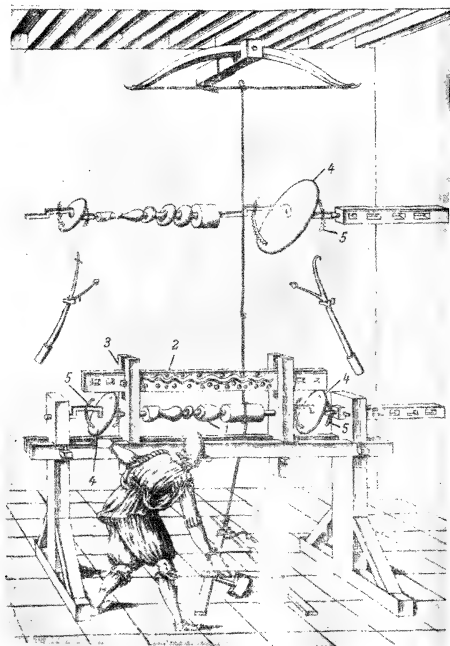


Рис. 8. Токарный станок с копиром. 1569 г. По Бессону.

рис. 5), но конструкция станка, инструменты и изделия токаря остались прежними.

Станок типа изображенного на рис. 9 вследствие своей простоты и дешевизны, а также потому, что для его обслуживания требовался труд только одного человека, просуществовал у ремесленников весьма долго, до XX в., причем его усовершенствования ограничились лишь увели-

чением количества металлических деталей. Фотография русского кустаря-токаря, работающего на таком станке, имеется в литературе.²⁰

В 1953 г. на выставке старинных станков в Бирмингеме, организованной бирмингемским Музеем науки и техники, демонстрировался станок с ножным приводом и оченом, изготовленный около 1800 г. Он находился в эксплуатации полтора столетия у золотых дел мастеров и за год или два до выставки еще применялся для отделки деталей золотых часо-



Рис. 9. Токарь 1635 г. Гравюра ван Флита.

вых корпусов. Для собиранья золотой пыли станок был снабжен кожаным фартуком.²¹

Для обработки художественных изделий из слоновой кости у китайских кустарей станки подобного типа использовались еще в 1955 г. Чтобы облегчить работу на них и нажимать на педаль не мускульным усилием ног, а весом всего тела, педаль была опущена ниже того уровня, на котором стоял токарь.²² Такое решение является весьма остроумным.

²⁰ Краткий обзор кустарных промыслов. СПб., 1896, илл. л. 9.

²¹ Exhibition of old machine tools at Birmingham. Engineering, vol. 175, 1953, № 4545. В статье имеется фотоснимок станка.

²² Herluf Bidstrup. Chinareise. Dresden, 1957.

Деревянная точеная посуда и мебель требовались уже в древней Руси в больших количествах. Это привело к появлению среди ремесленников токарей. Б. А. Рыбаков отмечает существование на Руси токарного ремесла как самостоятельного занятия²³ уже в XIII—XV вв., приводя в подтверждение запись «Якимко-токарь» в Новгородской писцовой книге XV в. Г. Е. Кочин приводит, кроме этой записи, еще три другие, сходные с ней.²⁴

В XVI—XVII вв. токарное производство настолько расширилось, что появились уже специальные мастерские-токарни, занятые изготовлением деревянной посуды. Так, при осаде Троице-Сергиевской лавры в 1608 г. отмечен факт существования в ней токарни.²⁵ Токарные изделия русских мастеров XV—XVII вв. отличались нередко сложностью и художественностью, требовавшими большого искусства исполнителей. В фондах Государственного Русского музея в Ленинграде имеется значительное количество предметов, изготовленных на токарном станке в XV—XVII вв. Рассмотрим некоторые из них.

У большого (диаметр 400 мм) деревянного блюда, изготовленного в XV в., особый интерес представляет его обратная сторона, снабженная тремя концентрическими выступами, предназначенными для повышения прочности и жесткости изделия и в то же время для уменьшения его веса. Изготовление изделия такого диаметра со сложным негладким основанием было делом не только трудоемким, но и требовавшим большого умения.

Деревянная чаша на высокой ножке, выточенная в XVI в., отличается большой тщательностью обработки поверхности, отполированной до блеска.

Круглая деревянная коробочка с точно пригнанной крышкой (рис. 10) сделана весьма тщательно в XVII в. Ее наибольший диаметр внутри значительно превосходит диаметр входного отверстия. Для получения такой полости токарь должен был использовать расточные резцы, именовавшиеся «крюками».

Высокий (1200 мм) деревянный торшер XVII в. (рис. 11) интересен своими двумя витыми колонками. Эти колонки имеют переменное сечение (они образованы бочкообразной поверхностью, на которой осуществлена винтовая нарезка). Как известно, нанесение винтовой нарезки на стержнях переменного сечения является труднейшей токарной работой, требующей очень большого мастерства или наличия каких-либо специальных приспособлений на станке.

Прекрасно сохранилась «ослопная» восковая свеча, датированная 1664 г. Это изделие из воска отформовано на токарном станке. Внутри его проходит точеный деревянный стержень, голова которого выступает над свечой. Она служила для поддержания тарели с подсвечниками для мелких свеч. Рассматриваемый экспонат является одним из немногих дошедших до нас токарных изделий из воска, выполненных в XVII в. Большие размеры и вес изделия делали обработку его на токарном станке сложной и трудоемкой.

Иногда чаши, изготавливаемые на токарном станке, достигали больших размеров. Так, в Семеновском кустарно-художественном музее Горьковской обл. хранится чаша диаметром 850 мм. Она была изготовлена в XVIII в. из цельной березовой заготовки.

²³ Б. А. Рыбаков. Ремесло древней Руси, стр. 676.

²⁴ Г. Е. Кочин. Материалы для терминологического словаря древней России. М.—Л., 1937, термин «токарь».

²⁵ Сказание Авраамия Палицына. Изд. АН СССР, М.—Л., 1955, стр. 142.

В царском обиходе находились токарные художественные изделия из кости и древесины твердых пород, изготовлявшиеся русскими токарями. Об этом свидетельствует, например, факт работы в придворной Оружейной палате токарей по кости. Приведем отрывок из документа, относящегося к 1653 г.: «Бьет челом холоп твой, Оружейныя палаты костяной токарь Артиюшка Автамонов. Взят я, холоп твой, в Оружейную палату на Кирилова место Шахматникова. . .».²⁶ Из этого отрывка видно, что токарь Автамонов заменил вакантное место, которое до него занимал ряд других «художников». Характерная фамилия «костяного токаря» Шахматникова указывает на род продукции, изготовлявшейся по крайней мере в предыдущем поколении и на преемственность ремесленной традиции.

Обширные сведения об объеме производства деревянной посуды и ее экспорта из России в страны Востока и Запада, а также изображения старинной точеной посуды приведены в книге С. К. Просвиркиной.²⁷



Рис. 10. Деревянная коробочка с крышкой. XVII в. Собрание Государственного Русского музея.



Рис. 11. Торшер с колонной из двух бочкообразных стержней с винтовой декоративной нарезкой. XVII в. Собрание Государственного Русского музея.

На западе Советского Союза ремесленники-токари довольно рано объединились в цехи. Так, в Вильнюсе токарный цех был оформлен уже

²⁶ Ю. А р с е н ь е в. К истории Оружейного приказа в XVII веке. СПб., 1904, стр. 60—61.

²⁷ С. К. П р о с в и р к и н а. Русская деревянная посуда, М., 1955.

в 1562 г.,²⁸ а в Каунасе — в 1672 г.²⁹ Там же можно отметить среди токарных изделий, кроме деревянной посуды, точеных частей мебели и всевозможных коробок, еще один их вид — коробки для печатей на грамотах, которые весьма искусно изготовлялись из древесины твердых пород или березового напльва. При этом некоторые из них имели заворачивающиеся крышки, резьба которых, треугольная, однозаходная, выполнялась очень чисто.³⁰

Цеховые организации токарей в Западной Европе, особенно в Германии, получили значительное развитие, так что к началу XVIII в. они выполняли уже сложные цеховые обряды. Любопытно отметить, что токарное ремесло восхвалялось как особо привилегированное, поскольку «первым токарем был сам бог, выточивший земной шар».³¹

3. ОТДЕЛЕНИЕ ПРИВОДА ОТ СТАНКА; СТАНКИ С МАХОВИКАМИ; ВВЕДЕНИЕ ПОДДЕРЖЕК И СУППОРТОВ ДЛЯ РЕЗЦА

Станок с ножным приводом освободил руку токаря, двигающую лучок, но холостое вращение заготовки и связанный с этим отвод и подвод резца остались. Сохранилась также вредная для качества работы и производительности квалифицированного труда токаря затрата тяжелого физического неквалифицированного труда на приведение станка в движение. Кроме того, прерывистость и неплавность движения привода с оцепом отражались на качестве изделий. Поэтому следующим после ножного привода крупнейшим преобразованием в конструкции токарного станка явилось отделение привода от станка. Это было сделано на станках, предназначенных для выполнения массовых или сложных работ. Отделение привода можно впервые увидеть на токарном станке, предназначенном для очистки и отделки литой из олова посуды. Этот станок приведен в упоминавшемся выше сборнике гравюр Иоста Аммана.³² Гравюра представлена на рис. 12. Здесь на станке впервые появляется специальный приемник энергии — шкив. Этот шкив (на гравюре Аммана он не виден) получал энергию с помощью канатной передачи от махового колеса, вращаемого вручную отдельным рабочим (не самим токарем).

Установка приемного шкива знаменует собой начало новой эры в развитии станка. До этого конструкции станка совершенствовались крайне медленно. С установкой шкива токарь был освобожден от обязательного использования своей силы для приведения станка в движение. Сначала, правда, станок приводил в движение другой человек, представлявший собой только источник мускульной энергии. Но станок со шкивом давал

²⁸ Государственный исторический архив Литовской ССР, ф. Городского магистрата, столярно-слесарно-стекольно-токарный цех.

²⁹ Центральная библиотека Академии наук Литовской ССР, Отдел рукописей, ф. В, ед. хр. 295, «Привилегия короля Яна III Собесского, которою подтверждается устав, данный в 1672 г., 3 ноября Ковенским магистратом Ковенскому же столярному цеху (токарям, ложевщикам и стекольщикам)». Дана в Варшаве, 1685 г., 2 июня. На пергамене.

³⁰ Например: Центральная библиотека Академии наук Литовской ССР, Отдел рукописей, ф. В, ед. хр. 405, «1578 г., сентября 12 дня. Жалованная грамота князя Альбрехта Радзивилла. . . ». Дана в Клецке, на русском языке. Две привешенные печати в деревянных коробках. Кроме того, см. там же коллекцию печатей, отделенных от грамот.

³¹ F. Frisius. Ceremoniel der Drechsler etc. Leipzig, 1705.

³² Iost Amman's Stände und Handwerker. . . , Der Kandelgisser.

возможность полного устранения человека как источника энергии и замены его животными, силой падающей воды или ветра.

Широкое распространение артиллерии вызвало массовое изготовление зарядов. В составе заряда имелся круглый деревянный пыж,³³ который изготовлялся на токарном станке. Поэтому токарные станки становятся неотъемлемой частью оборудования предприятия, готовившего артиллерийские заряды, например Пушечного двора. Серии однотипных пушек отливались иногда по деревянным точеным моделям. Возможно, что токарями на Пушечном дворе выполнялись и другие работы. Пушечный двор был подведомствен Пушкарскому приказу.

К 1671 г. относятся два весьма важных документа, касающихся токарного дела в Пушкарском приказе. Они являются наиболее старыми из известных русских документов, содержащих сведения о станках, инструментах и токарях. Руководство Пушкарского приказа дало распоряжение двум своим токарным мастерам, Никону Лукьянову и Василию Миленскому, обучить токарному делу десять человек. В связи с этим Лукьянов и Миленский подали «скаску» о количестве «токарных снастей», необходимых для обучения десяти человек. На основании их «скаски» головам И. В. Большому Ларионову, М. Г. Юреневу и Б. Ерусланову было отдано распоряжение изготовить инструменты и выдать материалы.

Ниже документы приведены полностью.



Рис. 12. Токарный станок с ручным индивидуальным приводом, отделенным от станка. 1568 г. Гравюра Иоста Аммана.

распоряжение изготовить инструменты

Состав 1

«179, 12 марта [12 марта 1671 года]. По скаске пушкарского приказу токарям Никонке Лукьянову да Васье Миленскому велено научить (неразборчиво) десять человек всякому токарному делу. И к тому учению надобно токарные снасти вновь к десяти станкам: десять крюков железных по настоящему; десять свай железных же; пятеро тиски с гайками

³³ Старинный воинский Устав ратных, пушкарских и других дел, касающихся до воинской науки. . . , в 1607 и 1621 годах выбран из иностранных военных книг Онисимом Михайловым, ч. II. СПб., 1781; см., например, стр. 95, устав 413; стр. 114, устав 434; стр. 114, устав 435; стр. 115, устав 437.

и шурупами и с ключами; десять долот желобчатых; долот двадцать прямых; десять напарей проходных; крючков крючных к трубкам; десять трубок, на чем пыжи точат к верховым пушкам; десять резовых пыж железных. [С]насть делать с укладов по на[стоя]щему. [Д]а пуд варовых веревок, десять напарей к трем пудовым и к пудовым гранатом.

Токаришко скаску писал Мишка Петров».

На обороте скрепа:

«К сей скаске Васька Миленский, вместо товарища своего Никона Лукьянова, по его велению, руку приложил».

Состав 2

«179, марта в 16 день [16 марта 1671 г.]. Память головам Ивану Васильеву Большому Ларионову, Митрофану Гаврилову Юреневу да Борису Ерусланову.

«[В]елеть им сделать по скаске токарных мастеров Никона Лукьянова да Василия Миленского к токарному делу десять крючков железных, десять сваек железных и ковать с укладом, пятеро тиски с гайками и шурупы и с ключами, десять долот желобчатых, двадцать долот прямых, десять напарей проходных, десять трубок, десять резцов, десять напарей больших да пуд варовых веревок.

Какова память послана с денщиком Матюшкою Петровым».³⁴

Эти документы показывают, что токарные работы, исполнявшиеся русскими мастерами, имели широкий размах. Документы прямо предусматривают наличие 13 токарей: 10 учеников, 2 обучающихся и токаря, писавшего «скаску». Но можно предполагать, что всего токарей на Пушечном дворе было значительно больше. Документы представляют собой обыденные деловые записи и не отражают никаких чрезвычайных событий, заставляющих более чем вчетверо, с 3 до 13, увеличить число токарей. Очевидно, здесь дело шло об обычном пополнении многочисленного штата токарей. К тому же в первом документе говорится о необходимости изготовления инструментов к уже имеющимся 10 токарным станкам.

Приведенные документы позволяют ознакомиться с русскими терминами, обозначавшими отдельные токарные инструменты и станочные принадлежности, а именно: крюки, долота прямые и желобчатые, трубки, тиски с их принадлежностями (шурупами, гайками и ключами). Определить назначение каждой из перечисленных деталей стало возможным после изучения перевода на русский язык книги Плюмье «Токарное искусство», о которой подробно сообщается ниже (см. стр. 36). В этой книге описываются предметы, фигурирующие в документах Пушкарского приказа.

Из сравнения терминов видно, что токарные станки, установленные на Пушечном дворе, по своей конструкции не отличались от западноевропейских. Не отличались также используемые на них инструменты, а следовательно, и технологические процессы обработки.

Режущие инструменты изготовлялись, как отмечено в документах, из «уклада», т. е. стали. Ими были резцы — «крюки», у которых стержень был отогнут, а также «долота», т. е. токарные резцы обычного типа, прямые и желобчатые. К последним относятся также и упоминаемые в до-

³⁴ Архив АИМ, ф. Пушкарского приказа, д. 350, составы 1 и 2; «Скаска токарей Пушкарского приказа Н. Лукьянова и В. Миленского и память (черновая) головам И. В. Большому Ларионову, М. Г. Юреневу и Б. Ерусланову об изготовлении инструментов для обучения десяти учеников токарному делу».

кументах «трубки». Резцами-сверлами являются большие и малые «напари». Упоминаемые в документах «свайки» представляли собой штыри с большими шляпками и использовались для закрепления обрабатываемых изделий или в качестве опор для резца. Большой интерес представляют упоминаемые в документах «тиски с гайками и шурупы и с ключами», которые выдавались токарям по одному на два станка. Это были съемные бабки станков, позволявшие точить в подшпинниках без центров. Они применялись главным образом для обработки валов и крупных винтов. Требование выдать пуд жестких варовых приводных веревок показывает, что станки приводились в движение уже не самими работавшими на них токарями.

Некоторые дополнительные сведения относительно работы токарей на предприятии, занятом изготовлением артиллерийских орудий и боеприпасов, можно получить из относящегося к более позднему времени «Описания» Геннина. В описании говорится, что на заводе должен быть токарь и ученик.

«Их должность точить пушечные и протчие болваны и модели, и что сверх того случитца потребное к заводским делам, а сколько чего порознь в год надлежит зделано быть, того описать и исчислить невозможно, ибо не всегда одна какая-либо вещь делается, но разные, когда какие понадобятся, и для того потребные к тому припасы положены по нынешнему порядку».³⁵

Геннин предусматривал расходы по токарным работам на березовые бревна, конопляное масло, сыромятные ремни, брусы печорские, рыбий клей и починку железных инструментов.

Таким образом, токари изготавливали пушечные и другие модели и разные поделки, а при заготовках боеприпасов на Пушечном дворе в массовых количествах — пыжи. Кроме инструментов, отмеченных в приведенной выше «скаске», токари должны были иметь конопляное масло для смазки центров, бруски (печорские) для заточки режущих инструментов, рыбий клей для склейки заготовок моделей. Приводные варовые веревки заменены у Геннина сыромятными ремнями, что является шагом в сторону улучшения привода.

О том, что для изготовления ствола орудия требовалось выточить деревянную модель, у Геннина имеется указание в другом месте его труда.

«Когда и каковая востребуется вылить пушка, тогда в начале к делу на оные фуры сделать точеной деревянной болван, длиною и толщиною против дадного чертежа и какова велено будет, зделать калибером во всем

³⁵ Вильгельм де Геннин. Описание Уральских и Сибирских заводов (1735). М., 1937, стр. 33.

Вилим Иванович Геннин (1676—1750) родился в Нассау-Зигене. В возрасте 22 лет принят Петром I на службу строевым артиллеристом. В 1712 г. получил приказание построить в С.-Петербурге Пушечный литейный двор. Задание было успешно выполнено. В 1719 г. он был назначен начальником Петровского, Поневецкого и Кончезерского заводов, известных под общим названием Олонэцких. Под его руководством техника производства на заводах достигла значительного совершенства. К этому времени относится создание Генниным оригинальных металлорежущих станков. Время управления Геннина (1722—1734 гг.) явилось важной эпохой в истории тяжелой промышленности Урала. Организация, техника и технология производства, возникшие под его руководством, описаны в упомянутом выше обширном труде. В настоящее время известны 6 списков этого труда. Издан он был только в 1937 г., уже как исторический документ. В дальнейшем Геннин занимал высшие должности в Главной артиллерии и фортификации, а также руководил Сестрорецким и Тульским оружейными заводами. Умер в С.-Петербурге. (см.: Н. Б. Бакалов. Натуралли де Геннина как источник по истории техники в России. Изв. АН СССР, Отд. обществ. наук, 1933, стр. 304).

сходной, токмо оставя у оного концы долее чертежа для положения теми оставленными излишними местами на станок и для посажения на оныя концы железных крюков, которыми имеет поворачиван быть болван». ³⁶

В России применение водяного колеса для станков, обрабатывавших орудийные стволы, известно с середины XVII в. (о чем подробно сообщается ниже). Для привода токарных станков энергия падающей воды использовалась также с давних пор. Так, в труде Григория Махотина «Книга мемориальная», относящемся к 70-м годам XVIII в., сообщается, что на Невьянском заводе имелась вододействующая «прежде бывшая токарная фабрика» с установленными в ней пятью токарными станками, на которых прежде «отделывали колокола и медную посуду», а также обтачивали валки прокатных станков. ³⁷

До настоящего времени еще не имеется сведений о применении силы ветра для приведения в движение токарных станков. Однако такое использование силы ветра в XVIII—XIX вв. вполне возможно, так как известны факты использования энергии ветра не только в мукомольных мельницах. Например, сохранились чертежи лесопильного завода с обычными и дисковыми пилами, который в 1753 г. находился в эксплуатации в Киеве ³⁸ и приводился в движение ветряными крыльями.

Применение колеса, вращаемого отдельными рабочим, лошадью или водой, отмечено в XIX в. как обычное в кустарном токарном производстве деревянной посуды. В заслуживающем доверия труде по кустарным промыслам конца XIX в. говорится по этому вопросу следующее:

«Точат посуду в особо устроенных помещениях, токарнях. Токарни бывают водяные, на которых маховое колесо приводится в движение водою, приводимые лошадьми и ручные. Устройство водяной токарни в сущности то же, что и устройство водяной мельницы, только вода приводит в движение токарный станок посредством махового колеса с бесконечною веревкою. Водяные токарни устраиваются „на два конца“, т. е. на каждой токарне могут работать два мастера. Устройство водяной токарни (плотины, сруба, колеса) обходится в 20—30 руб. Устройство конной токарни обходится не дешевле. Ручная токарня представляет собой обыкновенную зимницу (теплая черная изба, в которую зимой пускают скотину) с помещением в ней маховым колесом. Колесо это за рукоятку приводится в движение одним или двумя людьми, для чего нанимаются так называемые «вертуны» — обыкновенно люди почему-либо неспособные к сложным производствам, но физически сильные (слепые, хромые и т. п.). Ручные токарни много дешевле конных, но встречаются они только у более бедных мастеров или у тех, которые точат мелкие изделия». ³⁹

В Семеновском кустарно-художественном музее Горьковской обл. экспонирована модель токарной мастерской с конным приводом, воспроизводящая мастерскую середины XIX в. Устройство представляет обычную систему привода с колесами, имеющими цевочное зацепление. Все его части выполнены из древесины. Исключение составляют металлические пята и подпятник. Можно с полной уверенностью считать, что такой же вид токарная мастерская с конным приводом имела в XVII—XVIII вв.

³⁶ Вильгельм де Геннин, ук. соч., стр. 179.

³⁷ Б. Б. Кафенгауз. Уральские заводы П. Демидова в XVIII столетии. Уч. зап. Моск. унив., 1946, вып. 87, стр. 131.

³⁸ ЦГАВМФ, ф. 3, 1753 г., оп. 24, № 336, «Чертеж плана и профиля пильной ветряной мельницы в Киевской крепости». См. также: ПСЗ, № 9688, «Указ. . . из Правительствующего сената „о заведении пильных водяных и ветреных мельниц. . .“», Декабря 4 дня, 1749 г.г.

³⁹ Краткий обзор кустарных промыслов, стр. 39.

Выше было показано, каким образом осуществлялось устранение холостого обратного хода заготовки при вынесении привода за пределы станка. Теперь рассмотрим второй метод решения той же задачи — введение маховика в конструкцию станка. Назначением маховика было обеспечение вращения заготовки в одну и ту же сторону независимо от направления движения приводной веревки. На первых порах, в XVII в., станки с маховиком сохраняли также и деревянную пружину. Но потом, в XVIII в., стало ясно, что при наличии маховика и коленчатого вала, приводимого в действие педалью, очепы не нужны. Правда, соединение педали с коленчатым валом было давно известно и широко использовалось в точильных станках. В них сам инструмент, тяжелый точильный камень, играл роль маховика, а очепов не было. Однако сила традиции была велика, и токарный станок, приводимый в движение самим токарем, без привычного очепа трудно было представить.

Станки с маховиком не освобождали токаря от утомительного труда по приведению в движение станка. Утомление вредно сказывалось на результатах работы — качестве и количестве продукции токаря. Однако поскольку станки с маховиком требовали труда только одного человека, именно самого токаря, то для кустарного промысла в домашних мастерских и позднее, в индивидуальном производстве (например, в заводских инструментальных мастерских и ремесленных цехах), такие станки дожили до конца XIX в. Все же, по указанным выше причинам, создание токарных станков с маховиком в истории металлорежущего оборудования не является частью столбовой дороги их совершенствования, а лишь одной из боковых троп.

Кроме введения шкива или маховика, токарные станки располагали еще одним ресурсом для улучшения условий труда и повышения качества и количества продукции. Это были устройства для установки реза.

Поддержки для реза в виде продольного бруска можно было видеть уже на самых примитивных станках, описанных выше. Постепенно они становились более удобными, подвижными и превратились, наконец, в суппорты. Последние появились в XVII в. как немеханизированные устройства, а в начале XVIII в. уже были механизированы.

Обратимся к рассмотрению фактических материалов. Французский ученый Шерюбен д'Орлеан издал в 1671 г. капитальное сочинение по оптике и изготовлению оптических приборов.⁴⁰ Среди различных приборов и инструментов в книге даются изображения и описания двух токарных станков, которые снабжены маховиками.

На специализированном станке Шерюбена, являющемся прообразом лоботокарного (рис. 13), кроме маховика, впервые появился контрпривод *K*, позволивший изменять скорость вращения обрабатываемой детали *d*. Последняя закреплялась на шпинделе. Держатель с установленным в нем резцом по направляющей *f* подводился к детали и закреплялся барашком *e*.

Другой станок Шерюбена замечателен применением немеханизированного суппорта. На рис. 14 буквой *c* отмечен корпус суппорта, на кото-

⁴⁰ Cherubin d'Orléans. La dioptrique oculaire. Paris, 1671, фиг. 56, 57.

Шерюбен, монах ордена капуцинов, при Людовике XIV жил в Орлеане и занимался точными науками. Был механиком и геометром. Эти знания он прилагал преимущественно в области оптики и был не только выдающимся теоретиком, но также конструктором и изготовителем новых приборов, например бинокулярного телескопа. Для изготовления приборов строил необходимое оборудование. Занимался он также акустикой и гидравликой, разрабатывая и в этих областях приборы оригинальной конструкции, имевшие практическую ценность. См. его труды: *Vision parfaite*, 1677; *Expérience justifiée pour l'elevation des eaux*, 1681.

ром сверху имелась скоба с барашком, закреплявшим резец в держателе. Установленный таким образом резец мог быть подведен к обрабатываемой детали до контакта с ней. Глубина резания в дальнейшем регулировалась винтом поперечных подач, один конец которого был скреплен с подвижными салазками суппорта, а другой — с основанием. Винт имел рукоятку грушевидной формы, которая в данном случае неудобна.

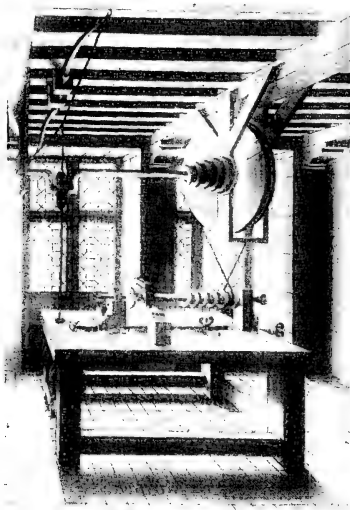


Рис. 13. Токарный педальный станок с кривошипом, маховиком и суппортом. 1671 г. По Шерьевиу д'Орлеан.

Станок был специализирован для обработки деталей сравнительно небольшой ширины с помощью широкого резца, перекрывавшего ширину обрабатываемой поверхности. Поэтому перемещение резца вдоль образующей детали цилиндрической формы в процессе резания не требовалось. Нижние салазки и длинный прорезь в станине позволяли устанавливать суппорт против каждой из четырех деталей, подлежащих обработке. Заметим, что здесь впервые встречается последовательная обработка группы деталей, собранных на одну оправку. Этот прием объединения

деталей был широко использован значительно позже, только в середине XIX в.

Позднее, после Шерюбена, станки с немеханизированными суппортами встречаются все чаще и чаще. Поэтому можно по справедливости считать, что на станках Шерюбена они появились, когда потребность в них уже наметилась и начала возрастать. Однако нельзя считать, что суппорты вообще появились впервые на этих станках, так как сохранились известия

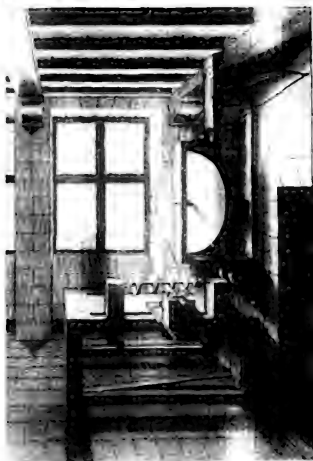


Рис. 14. Токарный педальный станок с луком и маховиком. 1671 г. По Шерюбену д'Орлеан.

о суппортах гораздо более раннего времени. Так например, к 1480 г. относится известие о суппорте токарного станка, изображение которого было обнаружено Фельдхаузом в немецкой рукописи ⁴¹ (рис. 15). Резец 1 имел форму заостренной лопатки. Он устанавливался в специально предназначенное для него гнездо 2 и закреплялся винтом с квадратной головкой 3. Резец, закрепленный в резцедержателе, мог быть подведен к обрабатываемой детали с помощью ходового винта поперечных подач 4. Для перемещения резца вдоль обрабатываемой детали были предназначены салазки 5, по которым резцедержатель мог скользить.

⁴¹ F. M. F e l d h a u s. Die Technik der Vorzeit. . . , стр. 214, рис. 149.

Описанная Фельдхаузом попытка применения суппорта токарного станка была весьма ранней, опережавшей потребности и возможности станкостроения. Поэтому ценное изобретение не нашло применения, было забыто и не оказало влияния на дальнейший ход усовершенствования токарного станка.

До наших дней сохранилось очень мало станков XVIII в., не говоря уже о более ранних. В СССР существует большая коллекция токарных станков, принадлежавших Петру I. В других странах сохранились отдельные станки, принадлежавшие королям, вельможам и выдающимся личностям. Все эти станки были предназначены преимущественно для изготовления художественных изделий и безделушек, работа на них служила развлечением для их владельцев. Станки производственного назначения до нас почти не дошли.

Поэтому особый интерес представляют два таких токарных станка, демонстрировавшиеся в 1953 г. на выставке старинных станков в Бирмингеме, организованной бирмингемским Музеем науки и техники.⁴²

Один из них мог обрабатывать детали диаметром до 12 дюймов (≈ 305 мм) и имел расстояние между центрами 3 фута 6 дюймов (≈ 1066 мм). Станок приводился в движение с помощью педали, соединенной с маховиком, расположенным внизу станины. Маховик собран из деревянных частей. Для создания достаточной величины

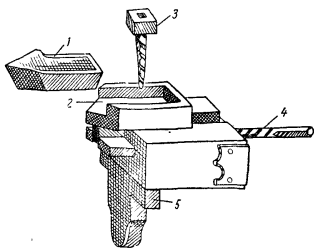


Рис. 15. Суппорт токарного станка. XV в. По проф. Фельдхаузу.

махового момента вблизи обода укреплен широкая свинцовая полоса. Маховик служил одновременно большим шкивом, который можно было соединить ременной передачей с малым шкивом, сидящим на валу шпинделя. Как свидетельствует старинная фотография, хранящаяся в Музее, на станке имелось два приводных ремня. Ремни были снабжены пряжками. При застегивании пряжки одного из них и расстегивании пряжки другого получали одну из двух скоростей вращения шпинделя.

Станина станка деревянная, армированная двумя железными полосами, служащими направляющими. Опоры маховика чугунные. Они представляют собой заостренные штыри. Со стороны планшайбы шпиндель поддерживается разрезным чугунным подшипником. Суппорт, не имеющий устройства для механического перемещения, прикрепляется к станине болтом с Т-образной рукояткой, что облегчает его перестановку вдоль направляющих станины. Он может перемещаться вдоль станины и поперек ее благодаря наличию направляющих, расположенных перпендикулярно друг к другу и составляющих часть суппорта. Предполагается, что этот станок принадлежал известному английскому машиностроителю Метью Болтону.

На рис. 16 изображен токарный станок производственного назначения, изготовленный в середине XVIII в. Высота его центров равна 7 дюймам

⁴² Exhibition of old machine tools at Birmingham. Engineering, vol. 175, 1953, № 4545.

(≈ 178 мм) и расстояние между центрами 17 дюймам (≈ 431 мм). Он совсем не имеет деревянных частей и целиком изготовлен из чугуна и железа. Педальный привод с маховиком поддерживают конические штыри. Шпиндель смонтирован в разъемном чугунном подшипнике. Суппорт на станке отсутствует. Он заменен обычной в то время поддержкой для инструмента. Любопытной особенностью станка является то, что он собран как бы из типовых деталей и, видимо, является представителем сравнительно большой серии. Обе стойки его станины отлиты из чугуна по одной модели. Это можно заключить из того, что прилив подшипника, необходимый на левой стойке, имеется также и на правой. Станина отлита из двух одинаковых частей и скреплена со стойками болтами. Литые части станка рассчитаны на то, чтобы обойтись без стержней и формовать все части станка наиболее простым и дешевым способом, в земле и опоке.

4. ПОЯВЛЕНИЕ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОСЕЙ, ВАЛОВ И ВИНТОВ; НАКОПЛЕНИЕ ОПЫТА РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛОВ НА СТАНКАХ И ОБОБЩЕНИЕ ЕГО В ТРУДЕ Ш. ПЛЮМЬЕ

Применение водяного и конного приводов снимало ограничение размеров обрабатываемых предметов и позволяло повысить производительность труда. Кроме того, при устранении лучкового или оцепного привода отпадали непроизводительные затраты времени на перетягивание веревки и обратный ход заготовки, отводы и подводы резца, устранялась неравномерность хода, благодаря чему конструкция станка и методы работы на нем могли беспрепятственно совершенствоваться. Можно было переходить к обработке весьма сложных изделий. Сложной продукцией были токарные художественные предметы (вазы, украшения для стола, табакерки и т. д.) из кости и древесины твердых пород и, наконец, наиболее ответственные части машин — стальные волны и особенно винты.

Переход к машинному производству во всех отраслях промышленности широким фронтом начался в Англии в третьей четверти XVIII в. Но еще до этого, по крайней мере на протяжении предшествовавшего столетия, интерес к применению машин начал заметно возрастать. Увеличилось количество изобретений различных устройств для механизации труда, и в этого рода деятельность стала привлекать внимание отдельных ученых и научных корпораций. В трудах академий наук и ученых обществ различных стран начинает уделяться все большее внимание машинам, а Французская Академия наук даже берет на себя рассмотрение, оценку, систе-

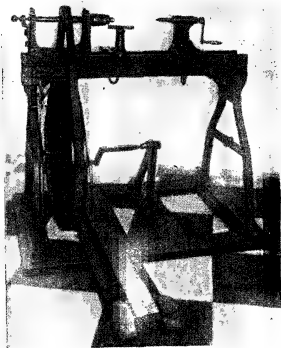


Рис. 16. Производственный токарный станок с педалью и маховиком, построенный целиком из металла. Серед. XVIII в. Фотография с натуры.

матизацию и публикацию изобретений в общегосударственном масштабе, выдавая заключения («сертификаты») и начав выпуск сборников «Машины и изобретения, апробированные королевской Академией Наук». ⁴³ Машины и различные механизмы перестают быть редкостями, достойными удивления. Количество их увеличивается. Вместе с этим соответственно растет потребность в изготовлении точно исполненных деталей машин и прежде всего осей и валов, которые можно было хорошо, быстро и дешево сделать только на токарных станках. Таким образом, уже в последней четверти XVII в. из общей массы токарных станков производственного назначения начинают выделяться металлорежущие станки.

Изготовление художественных изделий также постепенно все более механизировалось и для этой цели были созданы весьма совершенные специализированные станки, которым в данных «Очерках» посвящен специальный раздел (Токарно-копировальные станки XVIII в.). Эти станки, несмотря на все их совершенство, не сыграли значительной роли в истории металлорежущего оборудования. Станки для токарно-художественных изделий были всегда редкостью, которой забавлялись виртуозы и любители, производственное значение их было ничтожно. Они были слишком дороги, трудоемки, сложны, капризны и непрочны для использования в заводском производстве. В связи с тем, что токарно-художественные изделия к концу XVIII в. вышли из моды, станки для их изготовления были скоро забыты.

На машиностроительных предприятиях по мере возникновения потребности механики сами, независимо от достижений, уже имевшихся в области конструирования станков для художественных изделий, создавали средства механизации процессов резания металлов. Но, конечно, они опирались при этом на богатый опыт, накопленный в предшествующие периоды истории. Среди накопленных столетиями навыков особо важное место занимала практика изготовления стальных валов и винтов.

Усложнение конструкции токарных станков, появление сложных приемов работы в связи с изготовлением художественных изделий и первыми попытками резания металлов требовали для овладения навыками в работе на станках серьезного и длительного обучения. Это привело сначала к включению основ токарного дела в руководства по ремеслам, а затем и к разработке специальных руководств для токарей.

Известным руководством по изучению важнейших ремесел, которое было популярно в Англии и за ее пределами во второй половине XVII и первой половине XVIII в., являлась книга Моксона. ⁴⁴ В ней наряду с описанием работ ремесленников важнейших специальностей (кузнеца, слесаря, плотника, столяра и каменщика) имеется довольно обширный, но мало систематизированный раздел, посвященный простому и фигурному точению дерева, кости и металлов на токарных станках. Текст книги снабжен довольно грубо исполненными иллюстрациями. Моксон не сумел решить становившуюся насущной задачу обобщения опыта, накоплен-

⁴³ *Machines et inventions approuvée par l'Academie Royale des Sciences. Paris, 1735—1777.* Это издание не прошло незамеченным в России. Акад. Г.-В. Крафт составил реферат первых четырех томов, сопроводив краткие описания изобретений комментариями и вполне беспристрастной оценкой. Кроме того, он написал содержательное введение к реферату. Работа Крафта была опубликована в журнале «Примечания к Ведомостям» (1739, стр. 265—284; 1742, стр. 56—64, 161—184. Перевод статьи Крафта, в оригинале написанной по-немецки, в выпусках журнала за 1742 г. был выполнен М. В. Ломоносовым).

⁴⁴ *Joseph Moxon. Mechanick Exercises: or the Doctrine of Handy-Works. Third ed., London, 1703, стр. 167—236.*

ногов в машиностроении, и прежде всего в создании металлорежущих станков.

Честь создания труда, впервые обобщившего опыт многих поколений токарей и заложившего научные основы современного станкостроения и обработки металлов резанием, принадлежит Шарлю Плюмье, человеку разнообразных дарований. Большая книга этого известного французского ученого издана в Лионе в 1701 г. на французском языке с параллельным латинским текстом.⁴⁵ Латинский текст подчеркивал научный характер книги, поскольку международным языком ученых был латинский. Книге Плюмье в России придавалось весьма серьезное значение. Она имела в личной библиотеке Петра I. По распоряжению Петра I книга была в 1716 г. переведена на русский и параллельно голландский языки. Перевод не был опубликован, и рукопись хранилась в личной библиотеке Петра I.⁴⁶

Принимая во внимание интерес Петра I к токарному искусству, можно с уверенностью сказать, что он знакомился с переводом и в какой-то степени редактировал его. Это подтверждается тем, что Петр I действительно редактировал сделанные в это же время переводы других книг. Однако мнение некоторых серьезных источников⁴⁷ о том, что Петр I осуществил перевод книги Плюмье лично, кажется мало правдоподобным. Этому противоречит большой объем рукописи, требовавший затраты весьма значительного времени, а также и текст ее, не имеющий поправок, внесенных рукою Петра I.



Ш. Плюмье (1646—1704).

⁴⁵ Charles Plumier. *L'art de tourner en perfection*. . . Lyon, 1701. (На некоторых иллюстрациях имеется дата «1699»).

Шарль Плюмье (1646—1706) — уроженец Марселя, монах ордена францисканцев. Был выдающимся путешественником-натуралистом, ботаником, физиком, математиком, конструктором научных инструментов и специалистом в области токарного искусства. Во время своих трех больших путешествий изучал преимущественно Гваделупу, Мартинику и Сан-Доминго. Умер во время четвертого путешествия в Америку. Автор многочисленных сочинений по ботанике и зоологии, главным образом южноамериканской флоры и фауны. Помимо большого количества опубликованных трудов, оставил обширное рукописное наследство, до настоящего времени не опубликованное.

⁴⁶ Материалы для истории имп. Академии наук, т. I. СПб., 1885, стр. 118, «Роспись книгам, которыми Ее В. Императрица библиотеку государственную из книгохранилища Императора Петра Великого, достохвальная памяти, в 1725 году, июня месяца, обогатить повелела. 57. Токарное художество, автор Плумыра, книга письменная, русская и голландская». В настоящее время рукопись хранится в Отделе рукописей Библиотеки Академии наук СССР. В дальнейшем изложении будет называться «Перевод».

⁴⁷ P. L a g o u s s e. *Grand dictionnaire universel du XIX siècle*, t. 12. [Paris, 1865], стр. 1205—1206.

Книга Плюмье отличается большим объемом и богатством содержания и заслуживает основательного изучения. Для этого воспользуемся переводом 1716 г., что позволит одновременно познакомиться со многими русскими техническими терминами конца XVII—начала XVIII в.⁴⁸ Подобно большинству изданий того времени, книга Плюмье имеет длинное заглавие, которое излагает ее содержание. Чтобы не перечислять отдельно все вопросы, затрагиваемые в книге, приведем полностью это заглавие.

«Художество токарное или делати всовершенство всякия работы точением, в котором кроме начала точения, которая показуются порятком, точите древо, такожде и кости и прочая, яко железо и прочия металлии, показаны еще многия изрядные станки точити овалы, яко простые, тако и узорчатые всякой величины; каким обычаем точити совершенный шар, всякия узоры и како точити вне середины, алмазную грань острую и плоскую, тавлен, и шахматы, узоры волнистыя, розы узорчатия, черены ножевые по англескому, с овалами витые столпы резныя средины, тиснить всякими узорами, табакерки продолговатые и всякий образы, жезлы узорчатые и флемованныя,⁴⁹ черепаховыя и прочая, и гладко все знания наитайнейшия сего художества, с расположением станков и прочая. Дело зело изящное и зело нужное тем, которые забавляются точением».

В заглавии своего труда и в предисловии к нему Плюмье уделяет главное внимание художественным работам на токарных станках. В предисловии он в первую очередь подчеркивает значение токарного искусства для приятного и полезного времяпрепровождения дворянства и духовенства, а практические задачи труда ремесленников хотя и упоминаются, но стоят на последнем месте. Это было связано в значительной мере с тем, что покупателями книги должны были стать преимущественно первые два сословия Французского королевства. В соответствии с этим книга в значительной мере посвящена художественным работам по дереву и кости на специальных станках, а металлорежущим станкам уделено сравнительно мало места.

В данных «Очерках» будут рассмотрены только разделы работы Плюмье, посвященные обычным токарным станкам и инструментам. Особое внимание будет обращено на раздел «Како подобает точити железо», так как именно здесь эта область техники впервые особо выделяется и с книги Плюмье непосредственно начинается писанная история обработки металлов резанием на станках. В более ранние периоды техникой обработки металлов на станках владели лишь отдельные мастера-виртуозы. Чтобы не быть голословными, сошлемся на следующие строки самого Плюмье.

«Нужда которая есть, чтоб имети столбик или вал железной совершенной окружности, и нет возможности, чтоб его сочинити пилою, меня та причина побудила искати с прилежанием художников, которые умеют точити смело железо. Но како я ни искал во всех моих путях, не обрел кроме двух, которая мою охоту могут исполнити; един есть в Риме немчин урожденной, зовется господин Вилим, в службе на монетном дворе, а второй в Париже господин Петр Тайлемарс, математик. . .».⁵⁰

Необходимо особо подчеркнуть, что в приведенном отрывке резание железа ставится в прямую связь с потребностями машиностроения «имети столбик или вал железной совершенной окружности». Эти детали невозможно точно изготовить вручную. Заметим, что в дальнейшем Плюмье

⁴⁸ Автором «Очерков» произведена сверка рассматриваемых мест перевода с французским печатным текстом.

⁴⁹ Во французском тексте «les cannellures» — желобки, канелюры.

⁵⁰ Перевод, л. 27.

всюду, где имеет в виду обработку металлов, говорит только о валах, притом почти исключительно о железных,⁵¹ гладких или снабженных винтовой нарезкой.

Металлические валы, винты различной величины, колеса (предназначенные для передачи гибкой связью и зубчатые) действительно были первыми деталями машин, о механическом изготовлении которых встал вопрос тотчас же, как они потребовались в значительных количествах. Большая скорость машин, выполнявших точные движения, требовала такого соответствия детали с ее теоретическими размерами, которое при ручном изготовлении могло быть доступно только отдельным виртуозам. Плюмье в своей книге откликнулся на первые запросы промышленности в этом направлении.

В начале своего труда Плюмье дает основные указания по размещению станка относительно источника естественного освещения, а также по высоте, связывая высоту станка с ростом и остротой зрения токаря и учитывая опасность попадания стружек в глаза работающему.

«Первое надлежит избрати место светлое, чтобы мох добре видети свою работу, и како возможно чтобы свет был наперед и збоку, и ежели лутчей свет есть збоку, то есть и лутчею. Станок чтобы утвержден был крепко и неподвижно, и вышиною последнее, что уже по поесу, а колоды были бы на станке такою вышиною, чтобы не принужден был наклоняться хорошо видити свою работу, ни был бы тако поднет, чтоб блиско глас была работа, опасаяся чтобы нескочила струшка, однакоже каждой может утвердити вышиною станка по своему возрасту и зрению».⁵²

Необходимо отметить, что здесь впервые в литературе указаны основные правила установки токарного станка с учетом благоприятной освещенности и расположения рабочей зоны на удобной высоте, причем рекомендации Плюмье сохраняют полную силу и в наши дни.

Изложение правильных способов резания металлов, проверенных на практике им самим, Плюмье начинает с указаний, каким должен быть пригодный для этого станок.

«Чтобы добре и совершенно ваш станок был бы крепок во всем и брусиями бы был утвержден к стене, колоды ниские и подставка деревянная, на чем долото придерживати, укрепить бляхою железною на самыя брусья, верх бруса не был бы выше (чем) три линии⁵³ или две противу средине работы, и чтобы немного вырезано где бы поставити можно было кривое долото».⁵⁴

На рис. 17 изображен токарный станок и его детали, упомянутые в приведенном выше отрывке. Здесь показаны передняя и задняя бабки с центрами *T*, зажатая между центрами заготовка и резец *a*, опирающийся на поддержку *L*. Правильное (и с современной нам точки зрения) размещение резца несколько ниже центра заготовки показано отдельно в верхнем левом углу тонкими линиями.

Предложенная Плюмье форма стержня резца является единственно правильной при работе без суппорта. При наличии колена на стержне сила резания воспринималась массивной поддежкой *L*. Уступ, в который упиралось колено стержня резца, предназначен для предотвращения его

⁵¹ Здесь и повсюду в дальнейшем сохраняется употребляемый Плюмье термин «железо», под которым понимается малоуглеродистая сталь.

⁵² Перевод, л. 20 об.

⁵³ Линия — мера длины, 1 линия ≈ 2.2 мм.

⁵⁴ Перевод, л. 27 об.

соскакивания при воздействии поперечной составляющей силы резания. Этот же уступ позволял соблюдать более или менее постоянную глубину резания. Поперечное перемещение поддержки было возможным только при прекращении резания и отводе резца.

На этом же рисунке показано устройство зажимных центров. Центр, изображенный отдельно, отмечен буквой *М*, а установленный в задней бабке — буквами *TV*. Он имел квадратный хвостовик, кончавшийся цилиндрической частью с резьбой. Его квадратная часть обеспечивала неподвижность относительно бабки, предотвращая вращение в гнезде. Центр

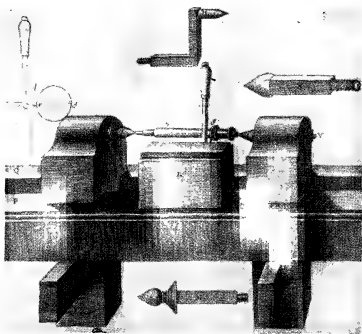


Рис. 17. Токарный станок, центр и установка резца.
1701 г. По Плюмье.

закреплялся в бабке квадратной гайкой, наворачивавшейся на нарезанную часть хвостовика. Естественно, что при этом длина квадратной части хвостовика должна быть менее длины гнезда в бабке.

При резании железа Плюмье выдвигал дополнительные требования к центрам. Он указывал, что в этом случае центр «был бы короток и крепко утвержден и заколен, испод его уже мало что дюйм долины и толщины имел бы и было бы того стержня веретено насквозь колоды, и завинтовати крепко гайкою. . .».⁵⁵ Для точения железа Плюмье предусматривал также использование более прочных бабок и поддержек, армированных железом или целиком железных.

В разделе «Колода ради ⁵⁶ точения железа» Плюмье писал:

«Второй станок определен к точению железа, чтобы было крепчайше того (предназначенного для точения древесины, — *Ф. 3.*) и ниже, и чтобы мог стоять противу твердости железа, стержень был крепче и короче и утвержден посредине колоды ради большей крепости, чтоб мочно было

⁵⁵ Перевод, л. 41.

⁵⁶ Для.

долото придвигать к точащему штучке столко, колико удобно, и поддержка есть разная с тою, что к древнему точению». ⁵⁷

Среди подручников, которые Плюмье рекомендовал для точения железа, обращает на себя внимание изготовленный из стали и соединенный с нижней опорной частью («исподом») с помощью винта и гайки, которые одновременно закрепляли все устройство на станине. Этот подручник благодаря наличию болта мог быть установлен под любым углом по отношению к оси заготовки, зажатой в центрах, что позволяло легче и более точно образовывать конические поверхности изделий (точить на конус).

Значительный интерес представляют бабки, предназначенные специально для точения и нарезания стальных валов «на воздухе», т. е. без закрепления в центрах. Они, очевидно, компенсировали также отсутствие люнетов и были пригодны там, где при зажиме в центрах недостаточно жесткие валы гнулись. Передняя бабка этой конструкции имела хомут. Верхняя половина хомута была шарнирно связана с нижней. Это позволяло ее откинуть при установке вала и опустить, когда вал лежал на месте. Для закрепления верхней части хомута, когда она охватывала шейку вала, служил болт с квадратной гайкой. Внутренняя поверхность хомута была облицована медью.

Задняя бабка была устроена значительно сложнее. Подвижная часть хомута бабки закреплялась с помощью клина. К бабке была прикреплена прочная коробка. Плюмье рекомендовал изготовлять ее из меди. В коробке на стержне были подвешены пальцы, которые предназначались в качестве дополнительных опор, поддерживавших консольный конец вала, выходящий за пределы хомута задней бабки и подвергавшийся значительным воздействиям поперечных нагрузок, особенно при нарезании на нем резьбы. Пальцы при нарезании резьбы на консоли создавали много точек опоры, и деформация вала вследствие этого значительно уменьшалась. В том случае, если бы набор был заменен одним широким пальцем, схожим, например, с шарнирной частью хомута, установленного на рассматриваемой бабке, число точек соприкосновения с изгибаемым валом было бы значительно меньшим и деформация последнего возросла бы. Ввиду изложенного примененную Плюмье систему опор-пальцев следует признать целесообразной и остроумной.

Познакомившись с оборудованием, обратимся к технологии токарных работ по металлу, как ее излагал Плюмье. Прежде всего он писал, как следует выбирать доброкачественный материал для заготовки, высказав при этом много правильных соображений. Затем рекомендовал выточить образец заготовки из древесины с небольшим припуском и этот образец передать кузнецу. Такой способ практиковался нередко еще в начале нашего века. Откованную заготовку также следовало отжечь для облегчения резания на станке.

Рекомендация Плюмье производить отжигание заготовок вполне целесообразна, если учесть, что он брал заготовку из материала неизвестного качества, возможно закалившуюся ранее в процессе изготовления. Отожженная заготовка могла идти на разметку.

«Потом уже, как железо ваше погрел, приготовить его поставить на станок. Сперва искать циркулем средину и сыскав наметить, ударь горло молотком наставя шило, и коловоротом навернути глубиною кругом дву линей, чтобы нескочило стержня. . .». ⁵⁸

⁵⁷ Перевод, л. 41.

⁵⁸ Перевод, л. 29 об.

После разметки и нанесения на заготовке центровых точек можно было ее установить на станок, проверить, нет ли биения⁵⁹ и устранить его.

«И тако поставленную вашу штуку велите тихо вертети, положи на нее руку, чтоб видеть, ровно ли поставлено в свою середину. И ежели вертятся вскакивает или подымается где, присмотря гораздо места подвинуту к середине по стержню с стороны где неровно, ежели не хочещи сплывать, или без всякого сего искания вы можете обточить ту неровность, яко потом будет сказано».⁶⁰

Все приготовления заготовки к точению окончены. Пришло время поставить на заготовку вала деревянный шкив (векшу), накинуть на него веревку — привод, идущий от махового колеса, которое вращают один или два подсобных рабочих, затем смазать центры деревянным маслом и смочить водою резец. Окончив все эти приготовления, можно начать резание.

«Но прежде нежели его точити, надлежит уставити векшу деревянную пяти или шести дюймов шириною, и утвердити добре посредине штуки, и остерегати зело, чтоб вервь с векши не спала, когда вертится штука, потом вервь большого колеса положить накрест сверху и ударить в винт, чтобы дерево было крепче и не дрожало; которое точити потом помазати маслом оба конца той штуки, и тако оная штука готова будет к точению. . .».⁶⁰

«Итак, уже готова вал на станке, делать большое колесо вертети двум, ежели потребно, и приставити долото крюком, а приставити одним углом то долото (которое прежде помочите в воде) и поставити его нечто от середины повыше на той штуке, сиречь чтобы тихо, и тако вы обточите неровности вашей штуки, потом взяти другое кривое долото и тем свободнее отделашаи работу. . .».⁶¹

Затем следует:

«Взяти прямое (долото, — Ф. 3.) и точити вовсе вострее, что осталось после кривого. И тако выгладите вы вашу работу, по которой можете точити узоры вострым долотом граненым, потом вычистите емерилем гораздо толченым, положи с маслом деревянным между двумя палочки».⁶²

Таким образом, вся подготовка к резанию и сам процесс резания очень похожи на то, что до настоящего времени можно наблюдать в индивидуальном производстве, даже шлифование изделия с помощью хомута. Закаленные центры и резцы в процессе резания от нагревания могли отпуститьсь. Поэтому центры следовало систематически смазывать маслом, а резцы охлаждать в воде.

«. . . понеже в точении масло высыхает в горячести железа, нужно есть некогда помазавати сызнова, опасаяся, чтоб стержни станочные не поведились и чтоб отого середина штуки не скачила».⁶³

«. . . Когда вашими долоты уже нечто потрудились и почнут разгоречатися и их положить в воду, которая бы всегда при тебе стояла в ведре ради лутчей свободности. . .».⁶⁴

Таким во времена Плюмье был технологический процесс обточки стальных валов.

Далее Плюмье переходит к описанию технологических процессов изготовления на токарном станке больших винтов. Он сообщает различные

⁵⁹ Перевод, л. 30 об.

⁶⁰ Там же.

⁶¹ Перевод, л. 31.

⁶² Там же.

⁶³ Перевод, л. 30 об.

⁶⁴ Перевод, л. 31.

способы выполнения этой работы. Первым, наиболее простым способом, но в то же время наименее удачным и устарелым, Плюмье считает выпиливание вручную винтовой канавки по разметке с последующей зачисткой ее на станке. «Намети те винты и потом выпиливати пилою, потом тою же пилою почистити, вертя на станке». ⁶⁵

Описывая подробно способ разметки с помощью наклейки бумажной ленты, Плюмье излагает более подробно то, что уже ранее было описано Жаком Бессоном (см. рис. 6). Вместе с тем Плюмье указывал, что если расчертить бумажную ленту продольными линиями, то каждая из этих линий даст след для нарезки одного из заходов многозаходной резьбы. Несмотря на то что уже во времена Плюмье способ разметки винтовых линий с помощью навивания бумажной ленты был устарелым, он продолжал широко применяться, так как не требовал никаких сложных и дорогостоящих устройств. Более того, он продолжал усовершенствоваться, и в 1732 г. в «Комментариях» Петербургской Академии наук акад. И.-Г. Лейтман поместил статью, в которой описывал применение этого способа для разметки и нанесения нарезок с произвольным очень большим шагом внутри стволов ручного огнестрельного оружия. ⁶⁶

Лейтман писал, что ружейные мастера выбирают или получают от «учителя оружейного дела» ствол, в котором благодаря случаю имеется правильно исполненная нарезка и пользуются этим стволом как копиром. Самый процесс копирования состоял в том, что ствол, имеющий нарезку, приставлялся к стволу, подлежащему нарезанию. Через стволы пропускали стальной стержень. В ствол-копир заливался свинец так, чтобы образовалась пробка длиной примерно с «пядь». Обильно смазав ствол-копир и растолкав в нем свинцовую пробку, приставшую к стержню, получали при движении пробки в стволе копировальное приспособление. Приделав к стальному стержню, в той его части, которая проходила в нарезаемом стволе, деревянную пробку с тонким напильником, царапавшим нарезаемый ствол, получали всю «машину» для нарезания стволов. И. -Г. Лейтман справедливо усматривал недостатки этой системы в невозможности получить нарезки с заданным шагом, в трудности и случайности подбора «образцовых» стволов. Он разработал и внедрил метод получения нарезки с любым заданным шагом. Для этого он предложил пользоваться специальным инструментом — копиром, а не «образцовым» стволом.

Копир, по Лейтману, изготовлялся следующим образом. На токарном станке обрабатывался деревянный стержень диаметром около 76 мм и необходимой длины. Затем брались полосы бумаги, шириной равные длине окружности цилиндра и длиной равные заданному шагу нарезки. На этих полосах проводились диагональные линии. Наклеив бумажные полосы на деревянный стержень и прорезав борозду по линии диагоналей, получали прорезь. Заклотив стержень в своего рода подшипник с камнем, входившим в прорезь, и вращая стержень с помощью рукоятки, получали инструмент, обеспечивавший копирование нарезки в стволе по способу, аналогичному описанному выше.

Введение И. -Г. Лейтманом специального инструмента — копира — представляло собой прогрессивное явление в технике резания стали.

Возвратимся, однако, к работе Плюмье. Второй способ, который можно назвать копированием, является прямым предшественником современ-

⁶⁵ Перевод, л. 32.

⁶⁶ J. G. L e u t m a n n. De sulcis cochleatis ad datam distantiam tubis sclopetorum recte inducendis. Comm. Ac. Sc. Petrop., t. 3, Petropoli, 1732, стр. 156—163.

ного нам нарезания винтов на станках. Ввиду особой важности этого способа в истории создания металлорежущих станков ниже приводится обширная выдержка из труда Плюмье.

«Но еще иначе можете учинить, и се посредством вернейшее есть. Взяв винты (рис. 18, — Ф. 3.) доброю прямизною наворачены и толщиною, каковы винты желаете точить, и положи один в скважню, что в верхнем конце штуки, и впаять крепко с медью с солью армонацкою и с смолою и как возможно посредине наровити. Потом поставити на станок разгибную колоду из дерева, в которую колоду положить вал, и оной, подвигаясь в успех той колоды, будет сам делать винты, но прежде надлежит установить гораздо прямо той вал и в прямую линию с серединами колод, чтобы вертелось гораздо ровно и волно придвигалось и подвигалось. Поставя добре веретено между двумя колодами, подвинуты бруса как воз-

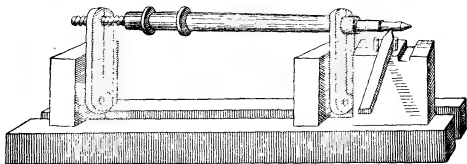


Рис. 18. Нарезание винта с помощью винта-шаблона. 1701 г.
По Плюмье.

можно ближе к тому месту, где желаете винты точить. Потом вставить два круглых гвоздя назади у бруса противу того места, где хочешь резать винты, и так широко, чтоб долото вложилось плотно и держалось бы неподвижно. Вместо двух гвоздей удобнее нарезать на том же бруске малой каналец во всю длину такую же шириною, каково долото, чтобы в движении вала или той работы было неподвижно, и назначати черту ради того, чтоб неопасно было и чтоб дража многих линий не назначила, что все зело утрудит, чтоб вырезать винты чисты. Кроме того, чтоб долота были бы крепко посажены, а конец чтоб конечно был 60 градусов, яко угол треугольника равностороннего. И тако входящие и выходящие винты будут совершенно ровны, и ежели желаете, чтоб винты были гораздо остры и глубоки, надлежит бити вострею у долота углом не что тупым, яко угол треугольника равностороннего или изоссея. . . Тогда возымеешь винт глубже и вострее».⁶⁷

В современных токарно-винторезных станках заготовка обычно вращается, но не получает перемещения вдоль своей оси. Вдоль оси заготовки перемещается механический суппорт, и резец, закрепленный в нем неподвижно, выполняет винтовую нарезку. В рассматриваемом устройстве происходило обратное. Резец, закрепленный в простейшем подобии суппорта, оставался неподвижным, а перемещалась заготовка.

Служившее для нарезания винтов устройство весьма просто. К нарезаемому валу припаивался отрезок винта в качестве хвостовика. Шат

⁶⁷ Перевод, л. 32—32 об.

напаваемого винта должен был быть равен шагу того винта, который нужно было нарезать на валу. Затем вал устанавливался в простейших разъемных деревянных бабках. Передняя бабка поддерживала тело вала, а в заднюю вставлялся припаянный винт. При вращении вала деревянное гнездо задней бабки сминалось по форме винта и служило гайкой, вследствие чего весь вал перемещался в сторону передней бабки. Подача на оборот была такова, что позволяла неподвижному резцу нарезать винт с требующимся шагом. Здесь до изготовления механизированного суппорта остался лишь один шаг — для этого достаточно было перенести ходовой винт с заготовки на станок.

Третьим, и последним способом, который излагал Плюмье, являлось нарезание винтов с помощью резцов-гребней, когда токарь нарезал их по предварительно сделанной разметке. Этот способ Плюмье находил наилучшим. В то время он давал лучшие результаты, но не являлся прогрессивным. Прогресс в резании металлов на станках мог быть достигнут только на пути усовершенствования способа механического получения винтов, каковым, при всем его несовершенстве, был второй способ. В третьем способе нарезания резьбы точность, не зависящая от «твердости руки» токаря, достигалась только в отношении параллельности линий, выполняемых гребенчатым резцом. В остальном же приходилось полагаться на виртуозность исполнителя.

В описаниях третьего способа у Плюмье впервые отмечалось применение смазочно-охлаждающей жидкости непосредственно при резании металла на станке (не для смазки центров, о чем упоминалось ранее). Так же впервые здесь рассматривалось нарезание не только наружной резьбы («женским» гребнем), но и внутренней нарезки (с помощью «мужского» резца-гребня). Нарезание внутренней резьбы таким способом было крайне затруднительно, и доброкачественность винтовых ниток в этом случае весьма сомнительна, хотя и существовали виртуозы, которые ее исполняли достаточно хорошо. Описанный способ получения внутренней нарезки делает понятными причины более низкого качества внутренней резьбы по сравнению с наружной, что можно почти всегда заметить в изделиях того времени.

Плюмье описал специальный технологический процесс для изготовления резцов-гребней, обеспечивавший точность размещения их зубьев, а следовательно, и расстояний между нитками резьбы.

Он заключался в использовании для разметки зубьев резца-гребня закаленного старого вала, подобного тому, который намечен к изготовлению, а для вырезания зубьев — напильников, соответствующих размерам резьбы (что можно проверить по этому же старому валу), чем достигалась достаточная точность. Заметим, что подобные приемы разметки деталей машин по образцу иногда применяются и в наше время при ремонте оборудования. Работа по образцу у Плюмье не связывалась с ремонтными работами, а предполагала изготовление по этому методу партий однотипных деталей.

Изложенное выше составляет лишь небольшую часть обширного труда Ш. Плюмье. Но для истории изготовления деталей машин станками наиболее существенны приведенные материалы, относящиеся к «простому круглому точению», а также к изготовлению валов и винтов.

Вызванные потребностями постройки машин, работы по механизации нарезания винтов продолжались прежде всего во Франции, на родине Плюмье. В 1729 г. Гранжан сделал попытку механизировать изготовление крупных винтов с помощью несложного остроумного устройства, предна-

значенного для осуществления заданной величины подачи заготовки на один ее оборот (рис. 19).⁶⁸

На станине *AB* токарного станка были установлены передняя бабка *P* и задняя *Q*. Сквозь бабки более или менее свободно проходил вал *R*, на котором требовалось сделать винтовую нарезку. Вал равномерно перемещался по линии своей продольной оси с помощью специального устройства. Последнее имело стойку, прикрепленную к задней бабке. Свобод-

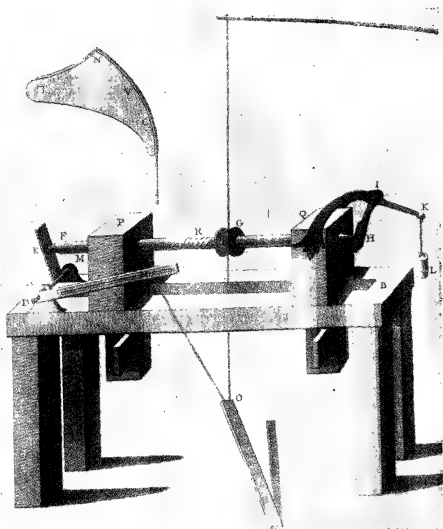


Рис. 19. Токарно-винторезный станок Гранжана. 1719 г.

ный конец стойки был снабжен проушиной *I*. К стойке в проушине *I* был шарнирно прикреплен своей серединой рычаг. На одном конце рычага был подвешен груз *L*, а другой был постоянно прижат к концу обрабатываемого вала *R*. Это и создавало постоянное осевое давление. Свободному продвижению вала *R* в сторону передней бабки под действием груза *L* препятствовала пластина *E*. Станок приводился в движение с помощью педали *O* и прикрепленной к ней веревки, которая была обернута несколько

⁶⁸ Grandjean. Tour pour faire sans arbre toutes sortes de vis. Machines et inventions approuvées par l'Académie Royale des Sciences, t. V. Paris, 1735, стр. 91—92.

раз вокруг шкива *G*, надетого на вал *R*, и присоединена другим концом к очепу. Таким образом, привод станка был самым обычным.

Чтобы осуществить движение подачи, педаль *O* была соединена, также веревкой, со стержнем *C*, посаженным на квадрат *D* валика, к которому неподвижно прикреплена пластина *E*. При нажатии на педаль *O* пластина *E* толкала обрабатываемый вал *R* в сторону задней бабки, осуществляя тем самым механическую подачу, так как одно движение педали вызывало одновременно вращение обрабатываемого вала и его продвигание относительно резца. При этом неравномерность нажатия на педаль не изменяла заданного соотношения между величинами главного движения и подачи, поскольку оба движения вызывались одной и той же педалью и степень неравномерности была одинаковой.

Для установления нужного значения шага резьбы на стержне *C* имелаась прорезь, в любом месте которой мог быть закреплен камень *N* с прикрепленной к нему веревкой. В зависимости от изменения места установки камня *N* изменялся угол поворота пластины *E*, т. е. величина подачи. При этом поворот пластины на одинаковый угол естественно давал различные по величине линейные перемещения — величины подачи, что было недопустимо при нарезании винтов, предназначенных для работы в паре с гайкой. Поэтому для сохранения постоянной величины шага нарезаемого винта, когда последний не являлся декоративным, применялся кулак, отдельно показанный на рис. 19 в верхнем углу. Кулак устанавливался взамен стержня *C*. Веревка, шедшая от педали *O*, была закреплена на кулаке так, что свободная ее часть прижималась к профилю кулака. Задавая тот или иной профиль кулака, можно было заставить соответственно перемещаться пластину *E* и обрабатываемый вал *R*.

Описанное устройство могли применять при украшении каких-либо колонок резьбой. Изобретение Гранжана, несмотря на большое остроумие, практического значения для машиностроения иметь не могло, так как не обеспечивало точности исполнения работы; резец оставался незакрепленным, в руках токаря, движения заготовки — неравномерными возвратными, части станка не были жестко связаны между собой, и в системе передач имелось нежесткое звено — веревка, которая могла натягиваться по произволу слабее и сильнее, а также и вытягиваться с течением времени. Таким образом, остроумные идеи Гранжана не могли быть осуществлены из-за отсутствия технических возможностей создания такой машины, конструкция которой обеспечивала бы их реализацию.

Создание машины для механизированного изготовления винтов сделалось необходимым. Почва для этого была подготовлена.

5. ОБОБЩЕНИЕ А. К. НАРТОВЫМ ОПЫТА СТАНКОСТРОЕНИЯ; СОЗДАНИЕ ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫХ СТАНКОВ; НАКАТКА РЕЗЬБЫ

Труд Плюмье скоро стал известен в России. Эта книга, находясь в личной библиотеке Петра I, несомненно была знакома его высококвалифицированным токарям, прежде всего наиболее выдающемуся из них — Андрею Константиновичу Нартову, личному токарю, жившему в комнатах самого царя.

Нартов⁶⁹ был наиболее крупным машиностроителем в России первой половины XVIII в. Изучение труда Плюмье, обобщившего лучшие дости-

⁶⁹ Нартов Андрей Константинович (1693—1756), начав с работы токаря, быстро достиг общего признания, как виртуоз этого «благородного художества». Уже в 1712—

жения токарного искусства многих народов (Франции, Германии, Италии, о которых он упоминает в своей книге, и, возможно, других стран, так как он много путешествовал), дало возможность Нартову и другим токарям Петра I познакомиться с техникой токарного дела зарубежных стран. Они могли работать над созданием новых конструкций станков, опираясь не только на опыт России и стран, из которых они происходили (известно, что среди токарей Петра I были голландцы, итальянцы и англичане), но также и на обобщения, сделанные Плюмье. Все сказанное содействовало тому, что станки, которые они проектировали и строили, отличались высокой степенью совершенства.

В 1717 г. Петр I подарил токарный станок для изготовления художественных изделий конструкции Нартова генеральному управляющему почт и сообщений Пажо д'Онс-ан-Брей во Франции,⁷⁰ а в 1718 г. — прусскому королю Фридриху-Вильгельму I. В обоих случаях станки были оценены как нечто выдающееся по своим достоинствам. Таким образом, конструирование и изготовление токарных станков в России при Петре I находилось на уровне передовой техники.

Со смертью Петра I прекратилась работа царской мастерской, а вместе с тем и конструирование новых сложных токарных станков, предназначенных для фигурного точения.

Нартов перешел на работу, как мы теперь говорим, в промышленность. Он начал проектировать и строить машины производственного назначения. Свой богатый опыт машиностроителя Нартов передавал многочисленным ученикам всюду, где ему приходилось работать. Опыт в области гражданского машиностроения Нартов изложил в рукописи с традиционным названием «Театрум Махинарум»,⁷¹ содержание которой кратко излагается ниже.

24 мая 1736 г. Нартов сообщил Академии наук о том, что он работает над книгой о токарных станках, которая будет снабжена чертежами и «перспективными видами». В своей записке Нартов, в частности, писал следующее:

«И ежели ныне вышеупомянутым машинам и инструментам сочинена будет книга, со описанием и с подлинным механическим доказательством растолкована, и чертежи с их пропорциями будут сделаны, и напечатать

1714 гг. он принимал участие в конструировании сложных копировальных станков и продолжал эту работу до конца 20-х годов. Им были созданы станки со сложными кинематическими схемами, имевшие механизированный суппорт. Совместная работа с выдающимися иностранцами специалистами в личной токарной мастерской Петра I, а также длительная командировка в Германию, Англию и Францию (1718—1720 гг.) позволили ему овладеть всеми достижениями машиностроения. В начале 30-х годов он создавал оборудование преимущественно для обработки металлов давлением (на Монетном дворе в Москве). С 1736 г. и до конца жизни возглавлял мастерские Академии наук, которые являлись единственным в России предприятием, изготовлявшим обширную номенклатуру точных приборов. Создал (приблизительно с 1730 по 1755 г.) обобщающий труд по станкостроению «Театрум Махинарум». С 1742 г. и до конца жизни трудился над разработкой технологических процессов и оборудования для изготовления стволов артиллерийских орудий, заделкой в них раковин, образовывавшихся при стрельбе, над конструированием новых артиллерийских систем. На протяжении всей жизни Нартова привлекали для экспертизы изобретений в области машиностроения.

⁷⁰ Ж. Л у а з о. Токарный станок А. К. Нартова во Французском национальном хранилище искусств и ремесел. Вопросы истории естествознания и техники, вып. 3, 1957, стр. 212.

⁷¹ Государственная Публичная библиотека им. М. Е. Салтыкова-Щедрина, Отдел рукописей, ф. Эрмитажный, № 160.

с тех оригиналов, и объявить в народ, и оттого может воспоследовать в науке польза, так же и прибыток Академии наук». ⁷²

Это высказывание Нартова свидетельствует о том, что он придавал большое значение своему труду, предполагая сделать его полезным обществу. Однако судьба книги была иной. При князе А. К. Нартова она



А. К. Нартов (1693—1756).

не была опубликована, а после смерти его сына, многосторонне образованный ученый и литератор А. А. Нартов, преподнес этот труд Екатерине II. Вместо «объявления в народ» рукопись поступила на хранение в Эрмитажную (придворную) библиотеку, затем в Отдел рукописей Публичной библиотеки, где оставалась неизвестной исследователям до недавнего времени, когда на нее обратила внимание Е. П. Федосеева. ⁷³

⁷² Материалы для истории имп. Академии наук, т. III, 1886, стр. 75—76.

⁷³ Е. П. Федосеева. Монумент Петра I. Сборник Государственной Публичной библиотеки имени М. Е. Салтыкова-Щедрина, вып. II, Л., 1954.

Основную часть рукописи занимают описания и чертежи токарных станков, предназначенных для изготовления художественных изделий, а также и изображения последних. Здесь наибольший интерес представляет не назначение станков, а их кинематические схемы, позволяющие станкам производить исключительно сложные по своей форме изделия.

Таким образом, Нартов, так же как и его предшественник Плюмье, отдал дань времени и потратил немало сил для того, чтобы собрать, описать и сконструировать вновь станки для механизации изготовления художественных изделий. Как будет показано ниже, в разделе «Токарно-копировальные станки XVIII в.», Нартов преуспел в этом и пошел дальше Плюмье. Он участвовал в создании, а затем описал и внедрил одно из важнейших изобретений XVIII в. — механизированный суппорт. Работа над сложнейшими машинами позволила Нартову, во-первых, критически осмыслить сложившуюся передовую технологию производства и, во-вторых, перенести механизацию процесса резания со станков для изготовления художественных изделий на металлорежущие станки производственного назначения. Важнейшими для истории металлорежущих станков являются те главы «Театрум Махинарум», где Нартов рассматривает именно эти вопросы. Поэтому в данных «Очерках» подробно будут рассмотрены только некоторые разделы замечательной рукописи Нартова, имеющие непосредственное отношение к исследуемой теме.

Осуществлять проекты станков следует, по Нартову, не сразу, а изготовляя предварительно модели. Только после изготовления исправно действующей модели можно приступить к постройке машины. Для того чтобы при воспроизведении машины с модели в натуральную величину не было допущено ошибок в размерах, измерительные инструменты, применяемые для обмера моделей, должны быть особенно точными.

Далее Нартов обращал внимание на необходимость прочного укрепления режущих инструментов, проявив глубокое понимание действия сил в процессе резания. Он далеко ушел вперед по сравнению с Плюмье, который ограничивался лишь рекомендацией прочной установки самих станков. Большое значение имеет замечание Нартова о сильном трении («тяжкой фрикции»), которое вызывает дополнительный расход движущей силы. Непосредственный предшественник Нартова, Плюмье, этого еще не подметил.

Особенно подробно необходимо рассмотреть гл. 2 рукописи: «О том, что примечать надлежит о художественных делах вообще в машинах употребляемых».

В §§ 8—11 рассматриваются валы для токарных станков. Называются они валами, шпильми и веретенами. «У них близ концов затачивают круглые шейки, которыми их вставляют в металлловые подушки, да к ним же привертывают к некоторым концам зубчатые колеса с пестерни, а на иных шпильях ставят на середине или при концах с треугольными пазами прорезные насквозь разной пропорции большие и малые колеса, которые закрепляют в пристойных местах крутоватыми ⁷⁴ винтами или также и плоскими чеками».

Таким образом, конструкция вала станка и способы закрепления на нем зубчатых и иных колес описаны достаточно ясно. Вал имел шейки, которыми он опирался на подшипники. Крепление колес осуществлялось винтами и чеками. Даются также и указания относительно материала валов: «...концы у них обливаются крепким металлом», очевидно, для того, чтобы они меньше подвергались износу. Технологический процесс

⁷⁴ Винтами с треугольной резьбой.

обработки предусматривал, что валы «становят вертикально⁷⁵ на остро-конечные центры в токарную машину, и так те валы гладко стачивают сверх их периферии, подставляя токарные резцы. Наконец, в той же машине мелкотолченым наждаком оные полируют и чистое лице наводят».

Обработка валов, по Нартову, аналогична описанной у Плюмье, но здесь впервые поставлен вопрос о креплении устанавливаемых на валы деталей, а также о качестве материала валов в связи с износом.

§ 12 посвящен зубчатым колесам. Нартов отмечал необходимость облегчения больших зубчатых колес путем применения спиц и описал технологический процесс изготовления бронзовых и стальных зубчатых колес, заключающийся в следующем. Заготовки отливали по моделям или отковывали, обдирали слесарными пилами, обтачивали диск на токарном станке и полировали на нем же, а затем на зубофрезерном станке «назубренным колесцом», т. е. фрезой, нарезали зубья. Ввиду особой важности материалов, сообщаемых в § 12, приведем их полностью.

«Колеса и шестерни состоят в разной пропорции, а куют в окружности оных плосковато и в середине вставляют крестообразные пьядца для способности и облегчения машинного действа. Сверх сего приделывают еще вылитые против деревянных моделей медные колеса, которые сперва в железных тисках обтирают пилами, а потом, поставя в токарную машину, обтачивают токарными резцами кругом всей периферии, после чего полируют мелким наждаком. Наконец, должно как на колесах, так и на всех шестернях, на сквозь прорезывать небольшим назубренным колесцом, поставя в коловертящую машину, а сие служит для легкости и поспешности в поворотах».

Схема этого процесса изготовления зубчатых колес, очевидно, применявшегося Нартовым в мастерских Академии и в других местах, где под его руководством или при его консультации строились машины, в принципе не отличается от существующей в наши дни в индивидуальном производстве, за исключением того, что современные станки и станочные инструменты позволяют обрабатывать литейную корку, вследствие чего предварительное опилование заготовки слесарными пилами не требуется. Весь этот раздел у Плюмье полностью отсутствует, и поэтому технологический процесс, предложенный Нартовым, может быть оценен как шаг вперед в области станкостроения.

В § 13 Нартов говорил о косозубых колесах и вполне обоснованно отмечал, что их следует применять «для сильного и упругого машинного движения и действа». В этом же параграфе дается классификация резьб. Эти материалы также являются новыми сравнительно с книгой Плюмье. Они отражают дальнейший этап на пути усовершенствования технологий станкостроения.

§ 14 посвящен суппортам. Предлагается следующая схема конструкции суппортов. Резцы устанавливаются в зажимах — «клещах», закрепленных в цилиндрах. Цилиндры вставляются в вертикальные гнезда, позволяющие им вращаться вокруг своей оси. Наличие червячных пар позволяет цилиндрам перемещаться вдоль своей оси и вращаться вокруг нее. Нартов говорит, что «таким способом как оные цилиндры, так и клещи на поверхности стативного горизонта свободно движутся на все стороны». В этом разделе Нартов не выделяет особо вопроса о механическом суппорте. Однако, как будет показано ниже, он ввел такой суппорт не только на машинах для производства художественных изделий, но также и на

⁷⁵ Очевидно, ошибка при переписке рукописи; должно быть «горизонтально».

токарно-винторезном станке, предназначенном для изготовления деталей машин. Этим он осуществил подлинный переворот в технике станкостроения.

§ 15 посвящен «железным балансам или шатающимся параллельным рамам», специфическим деталям станков для получения художественных изделий. Эти балансы представляли собой стальные или деревянные рамы, шарнирно закрепленные внизу станины и имевшие возможность совершать небольшие колебания, отклоняясь в обе стороны от вертикального положения. Верхняя часть рамы возвышалась над столом станка и служила опорой для шпинделя, который мог перемещаться в процессе резания параллельно своей оси. В этом разделе большое внимание уделено прочности скрепления частей рамы между собой. Материалов по изготовлению балансов у Плюмье не было.

§ 16 сообщает, какие пружины Нартов рекомендовал для станков и как их следует изготавливать. Спиральные пружины рекомендовалось пропускать через вальцы, а затем навивать на шпиль. Пружины, называемые Нартовым «коленчатыми», изготавливались «по параболической линии и потом оные с немалым искусством» закачивались. Плюмье о пружинах, их конструкциях и технологических процессах изготовления не упоминал, хотя эти пружины являлись важнейшими деталями токарно-копировальных станков.

§ 17 посвящен «делу железных копров», т. е. изготовлению стоек-бабок, а также стоек и салазок индивидуального (ручного) привода для станков. Поражает сходство конструкций Нартова с современными нам салазками ременного индивидуального электрического привода. Нартов писал об устройстве стоек-бабок: «...сквозь копры пропимают винты с плоскими концами до помянутых медных подушек для натуги ослабевших веревок, кои нарочно употребляются для упругого машинного движения». Индивидуальный привод, т. е. «копер», и салазки можно увидеть на многих чертежах станков Нартова, например на рис. 31. Подтягивание ослабевшего ремня таким способом осуществляется и в наши дни. Не все эти материалы являются полностью новыми в литературе, но обоснованно излагаются они впервые Нартовым.

В двух последних параграфах гл. 2 Нартов говорил об изготовлении токарных резцов и слесарных пил, причем для нарезания последних предлагал использовать специальную машину, изображение и описание которой имеется в рукописи. Процесс цементации и закалки слесарных пил, описываемый Нартовым, вполне сходен с тем, который применяли при их изготовлении еще в начале XX в.

Гл. 3 «О том, что надлежит примечать около литейного и столярного искусства» в отношении литейного дела касается только изготовления копиров для производства художественных изделий. В части столярных работ она содержит материалы по изготовлению станин станков из дерева с большим количеством скрепляющих металлических частей, а также по изготовлению маховых и других больших колес. При изготовлении последних технологический процесс, по Нартову, должен был строиться так, чтобы обеспечивалась балансировка, имеющая особо важное значение для равномерности и плавности работы станков и качества поверхности изделий. Этот раздел отсутствует у Плюмье, и часть его, касающаяся маховых колес, является весьма важной в истории станкостроения.

Рукопись А. К. Нартова «Театрум Махинарум» показала теоретические основы, на которых была построена его деятельность в области станкостроения, в том числе и изобретательская. Это произведение показывает, чему могли научиться у Нартова его многочисленные ученики и на каком уровне находились тогда техника и технология станкострое-

ния. Труд Нартова идет далее книги Плюмье и затрагивает новые вопросы, что отражает развитие техники, которая в XVIII в. совершенствовалась гораздо быстрее, чем в предыдущие времена. Работы Нартова стоят на грани того периода, когда техника на базе парового двигателя начала развиваться с головокружительной быстротой.

Теперь обратимся к описанию отдельных, наиболее важных конструкций токарных станков производственного назначения, приведенных в «Техатрум Махинарум».

В ч. VI рукописи, носящей название «О винтовальных машинах, имеющих различные свойства при резывании всякого рода винтов и шурупов», приведены чертежи и описания токарно-винторезных станков. Описания чертежей, составленные Нартовым, современному читателю мало понятны, так как в то время еще не сложились обычные в наши дни приемы. Поэтому предлагаемые описания составлены автором «Очерков». В тексте и на чертежах сохранены все буквенные обозначения, употребленные Нартовым, которые только в необходимых местах дополнены цифровыми.

На рис. 20 представлен чертеж токарно-винторезного станка, на котором можно было нарезать винты с различным шагом. Станок имел две системы привода: предназначенную для изготовления коротких винтов с малым числом ниток и для винтов значительной длины.

Шпиндель *D* опирался на подшипники двух стоек, в которых он мог вращаться и перемещаться по направлению своей оси. Между стойками 1 и 2 располагался «образец» винта *I*, соответствовавший данным того винта, который требовалось нарезать. Образец легко и быстро устанавливался и снимался. Один его конец, обращенный к шпинделю *D*, имел какой-то замок (его устройство не показано на чертеже и не упомянуто в описании), а другой был конусообразным и упирался в углубление на торце винта *E*, служившего выдвижным центром. Между стойками 1 и 2 располагалось своеобразное устройство, заменявшее гайки для образцовых винтов. Оно представляло собой набор пластинок 3, 4, 5. Ширина одной пластинки соответствовала впадине нарезки одного из образцовых винтов. Пластины были шарнирно прикреплены к бабке *B* с той ее стороны, которая на чертеже заслонена стойкой 2 и образцом *I*. После установки на станке образца *I* соответствовавшая ему пластинка поднималась до упора в его впадину и закреплялась в наклонном положении специально заготовленным клинышком. При вращении винта пластинка оставалась неподвижной и образец *I* был вынужден перемещаться вдоль своей оси. Заготовка укреплялась на конце шпинделя *D* и перемещалась соответственно шагу образца *I*, находясь в контакте с резцом, закрепленным в суппорте *P*. Резец снимал стружку и таким образом осуществлял на заготовке винтообразную впадину. Для того чтобы образец *I* не утрачивал контакта с винто-центром *E*, последний во время нарезания винта перемещали, вращая за барашек.

На шпинделе *D* был установлен шкив *F*, который шнуром связывался с маховым колесом ручного индивидуального привода (на чертеже не показан). Это устройство служило приводом тогда, когда изготовлялись длинные винты. При изготовлении винтов с малым числом ниток использовался лучковый привод. Он состоял из лука *L* с многожильной тетивой, «выюшки» *M*, прикрепленного к ней шнура *N*, обведенного вокруг шпинделя *D* и прикрепленного к педали *O*.

Несомненно, что богатая резба станины описываемого станка (так же как и у последующих винторезных станков) не существовала в действительности, а ею был украшен лишь чертеж для придания богатого вида

альбому. Вытачивание винтов было делом мало эффективным, и знатные «любители токарного художества» им не занимались.

Рассмотренная конструкция является значительным шагом вперед (по сравнению с простейшим устройством, которое предлагал Плюмье — рис. 18) в направлении создания токарно-винторезного станка. Заметим, что принцип, использованный А. К. Нартовым в данной конструкции (установка образцового винта на одной оси со шпинделем и совместное движение винта и шпинделя по этому направлению), был широко распространен в отечественном машиностроении до 30-х годов XIX в.

На рис. 21 изображен станок для нарезания мелких винтов трех типов. Так же как и изображенный на рис. 20, этот станок построен на принципе передвижения шпинделя вдоль собственной оси вследствие перемещения винта-образца в его гайке. Чертеж этот не завершен и выполнен несравненно хуже, чем приведенные выше, без должного учета перспективы.

Шпиндель *D* помещался в разъемном подшипнике стойки *B* правым концом, а левый был нарезан в виде винта *E*, разделенного на три участка. Каждый участок образцового винта *E* был нарезан с другим шагом, а возможно, отличался и остальными данными. На каждом из трех участков винта *E* помещалась своя гайка *G*, имевшая снаружи вид квадратной пластинки одного размера. Стойки *B* были жестко соединены друг с другом рамкой (на чертеже отсутствует), по которой мог перемещаться гаечный ключ (на чертеже отсутствует) под квадрат гаек *G*. Надевая ключ на квадрат той или иной гайки, включали по желанию тот или иной участок образцового винта. Заготовка винта закреплялась в патроне, надетом на конце шпинделя *D* (на чертеже не показаны), и перемещалась вместе со шпинделем, имея контакт с резцом, укрепленным неподвижно в суппорте (на чертеже не показан).

Станок приводился в действие педалью, связанной с коромыслом шнуром, обведенным вокруг шпинделя. Другое плечо коромысла уравнивалось передвижным грузом, что значительно облегчало труд токаря. Такого рода привод впервые встречается в рассматриваемом труде А. К. Нартова.

Станок основан на том же принципе, что и предыдущий. Как уже отмечалось выше, этот принцип широко использовался в отечественном машиностроении до 30-х годов XIX в. Например, токарно-винторезный станок, действующий по этому принципу, но конструктивно оформленный в соответствии со своей эпохой, сконструировали, построили и эксплуатировали на Выйском механическом заведении, одном из первых на Урале частных машиностроительных заводов, выдающиеся механики Черепановы.

Обратимся к рассмотрению токарно-винторезного станка для изготовления крупных многозаходных винтов с прямоугольной нарезкой, являющихся наиболее трудоемкими деталями машин. Этому станку необходимо уделить особое внимание.

Станок описан в гл. 26 «О четвертой машине, подлежащей к затачиванию вьюноватых винтов с плоскими пазами, которые приуготовляют к различным машинам и слесарным инструментам». Чертеж станка приведен на рис. 22. Станок был снабжен механическим суппортом. Его любопытной особенностью является то, что главное движение вызывалось механизмом подачи, т. е. обратно общепринятому в наши дни.

На направляющих *A* была установлена неподвижная бабка *B* и подвижная бабка *B'*,⁷⁶ между которыми зажималась цилиндрическая заго-

⁷⁶ Значок⁷⁶ введен в настоящем издании.

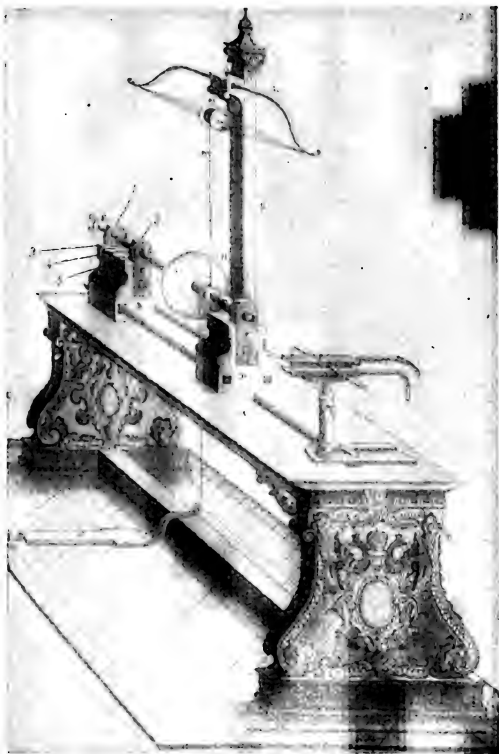


Рис. 20. Токарно-винторезный станок с «образцом» (копиром). Рукопись «Театрум Махинарум» А. К. Нартова.

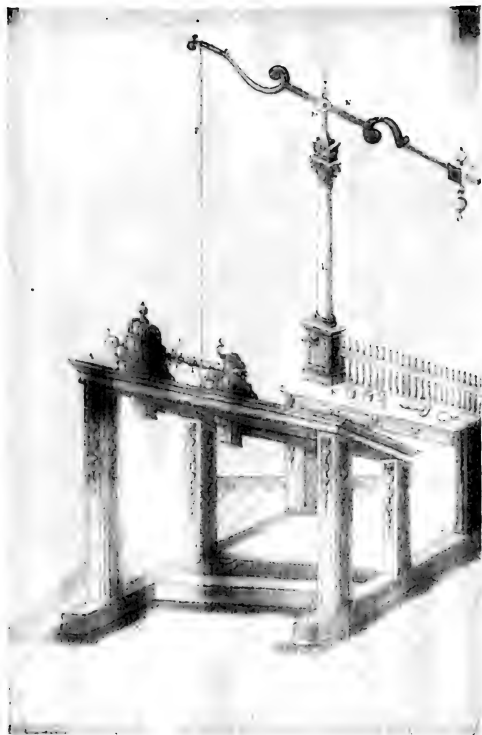


Рис. 21. Вариант токарно-винторезного станка с «образцом» (копиром). Рукопись «Театрум Махинарум» А. К. Нартова.

товка. Маховое колесо приводилось в движение вручную с помощью рукоятки. Оно было посажено на вал *I*, имеющий прямоугольную нарезку и являвшийся одновременно ходовым винтом для прямоугольного бруска-суппорта *K*. Внутри суппорта *K* имелась гайка ходового винта. Вращение бруска-суппорта *K* было предотвращено тем, что он во время движения

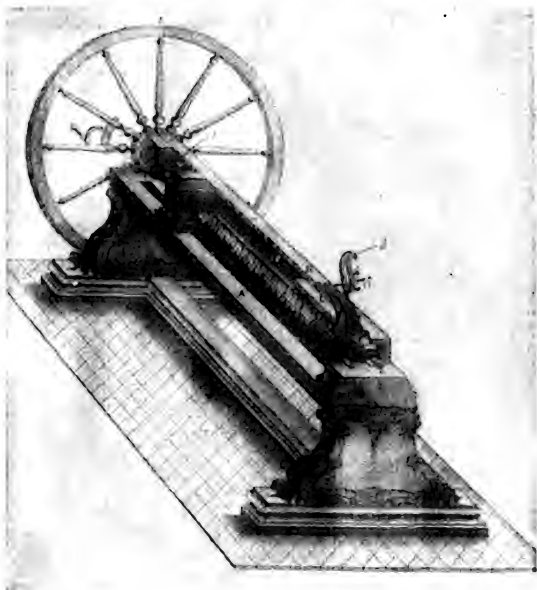


Рис. 22. Токарно-винторезный станок с механизмованным суппортом и сменными шестернями, предназначенный для производства деталей машин. Конструкция А. К. Нартова. 1738 г. Рукопись «Театрум Махинарум» А. К. Нартова.

прижимался к направляющим *H*. На суппорте находилась стойка *L*, в которой устанавливался резец *2*, прижимающийся к обрабатываемой детали барашком, ходившим на винте *M*. Последний был прикреплен к стойке *L* шарнирно, что давало резцу возможность перемещения в плоскости, перпендикулярной оси нарезаемого винта. Обрабатываемая деталь получала движение от ходового винта *1* через сидящее на нем зубчатое колесо *D* и зубчатое колесо *E*, находившееся на одном валу с заготовкой. Заметим,

что наличие маховика позволяло устранить неравномерность движения. При нарезании резьбы это очень существенно.

Рассмотрение чертежа не оставляет сомнения в том, что зубчатые колеса *Д* и *Е* были сменными. Их настройка являлась настройкой цепи деления. Если вопрос об индивидуальном авторстве Генри Модели в изобретении суппорта, как будет показано ниже, с самого начала вызывал сомнение, то открытие им набора сменных зубчатых колес никогда не оспаривалось. Между тем описанный выше токарно-винторезный станок А. К. Нартова имел не только механизированный суппорт, но и набор сменных зубчатых колес.

Этот станок имеет большое значение для изучения первых шагов применения механического суппорта и набора зубчатых колес. Время создания А. К. Нартовым станка можно установить довольно точно. 26 октября 1738 г. А. К. Нартов написал в Академию наук следующее «Предложение».

«Понеже сочинены мною два чертежа о машинах, чрез которые может происходить легким способом, а именно: первый — для сверления пушек, второй — для делания винтов на печатание Ея И. В. монет и на фабриках сукон, и на бумажных заводах бумаги, и чрез тое махину имеют быть нарезываться те винты. А обретающиеся здесь, в России, фабриканты оные винты выписывают к своим фабрикам из-за моря, немалым коштом. И ежели б такая машина была в России, то б фабриканты более к выписыванию таких винтов к фабрикам охоты на имели б. Того ради академии наук доношу и требую, дабы повелено было к сочинению упомянутых машин сделать модели, и по сделании оных моделей, могу обстоятельное описание о машинах в академию наук подать».⁷⁷ Это изобретение, примененное позднее, имело величайшее значение в истории станкостроения и машиностроения вообще, но стало использоваться в начале XIX в., т. е. тогда, когда в нем возникла настоятельная потребность в связи с распространением машин в производстве и началом изготовления машин машинами. На особое место описанной конструкции в истории машиностроения автор этих строк уже обращал внимание несколько лет тому назад.⁷⁸

Созданный А. К. Нартовым токарно-винторезный станок с набором сменных зубчатых колес был применен на производстве, о чем свидетельствуют документы, недавно обнаруженные автором этих строк и сообщаемые ниже.

В 1750 г. на Тульском оружейном заводе «гранильного дела мастер Ботон»⁷⁹ изготовил токарно-винторезный станок с набором сменных зуб-

⁷⁷ Материалы для истории имп. Академии наук, т. III, стр. 840—841. На «Предложение» А. К. Нартова имеется следующая резолюция: «Hr. Nartoff soll das Modell verfertigen. Den. 17 nov. 1738. C. G. Meder».

⁷⁸ Ф. Н. Загорский. А. К. Нартов — выдающийся машиностроитель XVIII в. Тр. Инст. истории естествознания и техники АН СССР, т. 13, 1957; Ф. Н. Загорский. А. К. Нартов — выдающийся машиностроитель XVIII в. Изд. «Знание», М., 1957.

⁷⁹ Иосиф Ботон — выдающийся механик XVIII в. Отец его, по национальности англичанин, служил во флоте при Петре I. В 1748 г. И. Ботон на Петергофской гранильной фабрике создал систему машин с водяным приводом, которая «может работать лето и зиму всяких камней резку, шлифование, полирование, выпливание нутров, отделение поверхностей, по какой фигуре угодно, и к тому присовокупил оной Ботон для гранения алмазов машину и для гранения цветных камней машины». Вскоре он стал управляющим фабрикой и оставался им до смерти (в 1779 г.). В 1774 г. им была проведена полная реконструкция оборудования. Изделия фабрики, руководимой Бо-

чатых колес. Так как этот станок изготовлялся по моделям, уже имевшимся у Ботона, то можно предположить, что разработка конструкции относится к еще более раннему времени. Ввиду исключительной важности документа ниже он приводится полностью.

«Из кабинета ЕИВ во оружейную контору

«Машину, которая сделана на Тульских оружейных заводах для вырезывания всяких шурупов и гаек, вместо того, что доселе деланы шурупы винтовальной доской, а гайки паяные, оную гранильного дела у мастера Ботона принять. И ко оной ученику Нитценову,⁸⁰ которой при делании оной машины в Туле был, велеть сделать для вырезывания винтов оружейных казенных и замочных по указанию и по моделям гранильного дела мастера Ботона новые колеса и шестерни, чтоб к винтам и гайкам всякой меры она машина способна была. И по сделании отдать паки гранильного дела мастеру Ботону, а что будет разходу на оную машину, то имеет заплачено быть из Кабинета, и такую ж велеть делать для употребления при Сестрорецких заводах.

25 декабря 1750».⁸¹

Факт изготовления такого станка и последующей его эксплуатации на Сестрорецком оружейном заводе подтверждается также документом, относящимся к 1758 г., в котором содержится напоминание о необходимости оплаты Тульскому заводу стоимости изготовления станка в сумме 92 р. 78 $\frac{3}{4}$ к.⁸²

Вероятно, что дальнейшие исследования по истории металлорежущих станков обнаружат и другие случаи применения набора сменных зубчатых колес на токарных станках в XVIII в.

В 1741 г. в Париже вышла книга Тиу,⁸³ посвященная часовому делу. Это был обширный, серьезный труд, апробированный Парижской Академией наук. В нем, впервые в литературе, описан самодвижущийся суппорт токарного станка, предназначенного для обработки деталей часо-

тоном, приобрели мировую известность. В конце XVIII—начале XIX в. командиром фабрики был его старший сын (А. Е. Ф е р с м а н и Н. И. В л о д а в е ц. Государственная Петергофская гранильная фабрика в ее прошлом, настоящем и будущем. Прг., 1921, стр. 3—7).

⁸⁰ Нитцель Иван Андреевич (умер в 1751 г.) был механиком Тульского и Сестрорецкого оружейных заводов. Сохранился отзыв о его деятельности руководителя оружейных заводов артиллерии бригадира Василия Федоровича Пестрикова. «Нитцель человек добрый, в механическом деле весьма искусен, исправен и в бытность свою при Тульских оружейных заводах, вместо прежде бывших и весьма ответственных, построил две сверлильные машины, которые перед прежними несравненное действие оказали, и ныне же строит точильную и палерную машины добрых, искусных и надежных мастеров, а в предель, что касается при заводе до исправления прочих машин, также и плотин, по прилежным и искусным его трудам надежно исправлено и построено быть могут без упущения надлежащего к тому времени. За такие его многие и искусные труды, по мнению его, бригадира, достоин он, Нитцель, награждения секунд-майорского ранга и прибавного денежного жалования к прежде получаемому и ныне по 300 р. в год еще по 300 р. из оставшейся положенной на каждую фузею суммы и с прибылью от мучной мельницы и собираемых за сенокос денег, дабы он мог, получа ЕИВ высочайшую милость навывающее себе к ревности поощрять и труды к трудам прилагать и искусство свое оказывать» (см.: С. А. Зыбин. История Тульского оружейного завода. М., 1912, стр. 124). Из рассмотрения дат жизни и деятельности И. А. Нитцеля ясно, что в изготовлении токарно-винторезного станка с набором сменных зубчатых колес принимал участие не он сам, а его младший родственник.

⁸¹ ЦГАДА, ф. 20, № 46, л. 165.

⁸² Там же, л. 191, 22 июля 1758 г.

⁸³ T h i o u. Traité d'Horlogerie, Mechanique et Pratique... t. 1. Paris, 1741, стр. 69, рис. 27. Впервые на сведения Тиу о токарном станке с механическим суппортом обратил внимание Гольцапфель: Ch. H o l t z a p f f e l. Turning and Mechanical Manipulation, vol. II. London, 1846, стр. 618, фиг. 595.

вых механизмов, т. е. станка, имеющего производственное назначение. Вид станка представлен на рис. 23.

В изображенном на рис. 23 суппорте обращает внимание сходство его с описанным выше суппортом токарно-винторезного станка А. К. Нартова. Так как разрыв во времени между предложением А. К. Нартова (1738 г.) и опубликованием книги Тиу (1741 г.) невелик, то предполагать заимствование маловероятно. Скорее можно думать, что станок для часового производства возник независимо от Нартова, из опыта нескольких поколений французских ремесленников, а Тиу лишь подвел итог коллективного опыта. Описывая станок, Тиу не сообщает имени автора, тогда как обычно дает такие сведения. Это подтверждает высказанное выше предположение.

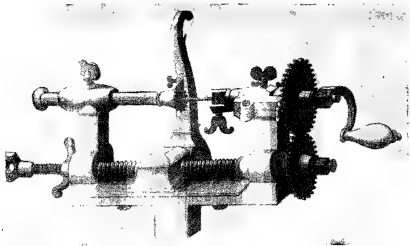


Рис. 23. Токарный станочек часовщика с механизированным суппортом. 1741 г. По Тиу.

Существование суппортов на станочках часовщиков не умаляет значения работ А. К. Нартова. Этот факт еще раз подтверждает, что Нартов стоял в первых рядах европейских машиностроителей и служит новой яркой иллюстрацией слов Маркса о том, что все изобретения XVIII в. являются продуктом творчества многих талантливых людей. В то же время нельзя не подчеркнуть заслугу Нартова, впервые применившего механический суппорт для изготовления крупных деталей производственного оборудования.

К описанным выше работам по механизации нарезания винтов примыкают труды по накатке резьбы. Первым шагом в этом направлении была накатка рифленной поверхности для предотвращения скольжения пальцев, вращавших деталь прибора. Затем накатка была применена и для изготовления винтовой резьбы. Весьма показательно, что накатка нашла применение при изготовлении деталей научных приборов, а не безделушек. Механизация процесса изготовления деталей посредством накатки была применена тогда, когда возникла потребность в большом количестве однотипных изделий.

Как известно,⁸¹ инструментальные мастерские Петербургской Академии наук в середине XVIII в. были передовыми в техническом отноше-

⁸¹ В. Л. Ченкал. Русские приборостроители первой половины XVIII века. Л., 1953.

нии. Поэтому закономерно, что в XVIII в. появились изобретения в области механизации изготовления наиболее ходовых и трудоемких деталей. В 1760 г. профессор механики Петербургской Академии наук И.-Э. Цейгер (1720—1784) изготовил и демонстрировал в Академическом собрании специальный резец для накатки рифлей на головках винтов, машинку для накатки самого накатного ролика, а также устройство для накатки секторов небольших червячных колес, широко применявшихся для инструментов. Описания этих устройств были им помещены в VIII томе «Новых Комментариев» за 1760—1761 гг.⁸⁵

В статье Цейгера отмечается, что накатка рифлей на головках ходовых винтов делается не столько с целью украшения, сколько для облегчения манипуляции винтами, и поэтому является необходимой. Для нанесения рифлей Цейгер предлагал применять специальный накатный резец (рис. 24), состоявший из накатного ролика, стержня и рукоятки. Подлежащий накатке объект устанавливался на токарном станке. Резец-накатка (рис. 24) опирался на поддержку в виде стальных колец,

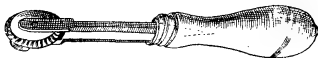


Рис. 24. Ролик для накатки рифлей. 1760 г. По Цейгеру.

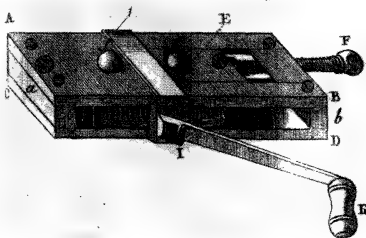


Рис. 25. Инструмент для накатки зубьев на накатных роликах. 1760 г. По Цейгеру.

и рукой токаря накатный ролик прижимался к поверхности заготовки, подлежащей накатке. Описанное изобретение Цейгера прожило очень долго и успешно применялось даже в XX в.

Изготовление самого накатного ролика являлось трудоемкой операцией, требовавшей к тому же достаточной точности в нанесении зубчиков.

Для того чтобы обеспечить высокое качество изготовления накатных роликов и снизить трудоемкость этой работы, Цейгер предложил и изготовил машинку для их накатки. Изображение машинки помещено на рис. 25. Устройство ее весьма несложно. Корпус машинки ABCD состоял

⁸⁵ I. E. Z e i h e r. *Diarium Machinarum, unius ad perficienda quaedam instrumenta, germ. Rändeleisen, alterius ad cochleas infinitas excindendas idoneae. Novi Comm. Ac. Sc. Imp. Petrop., t. VIII, Petropoli, MDCCLXIII, стр. 279—283.*

из стальных пластин. На этот корпус была свободно надета, как хомут, стальная коробка *I*, служившая опорой для червячного вала, вращавшегося с помощью рукоятки *IK*. Червячный вал был изготовлен из «самой крепкой» и закаленной стали. Правая часть корпуса имела устройство типа суппорта. Здесь в направляющих корпуса могла перемещаться деталь *E*, которая была скреплена с ходовым винтом *F*. Маточная гайка последнего была установлена в корпусе машинки. Обработанные предварительно на токарном станке стальные незакаленные заготовки накатных роликов надевали на штыри *ff*, служившие им осями. Зазоры между ними и корпусом заполнялись медными шайбами. С помощью винта *F* прижимали червячный вал к левой заготовке. Продолжая вращать винт *F*, к червячному валу прижимали правую заготовку, и в дальнейшем заготовки и червяч-

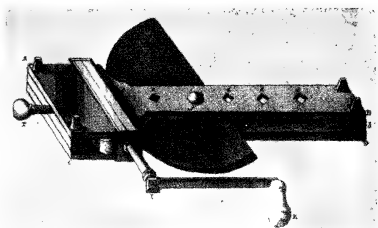


Рис. 26. Инструмент для накатки зубьев на секторах мелких червячных зубчатых колес. 1760 г. По Цейгеру.

ный вал оказывались равномерно прижатыми друг к другу. При вращении червячного вала с помощью рукоятки *IK* на заготовках, вращавшихся вследствие того, что они были плотно прижаты к валу, получались отпечатки. Продолжая осторожно вращать вал *F*, давление между заготовками и червячным валом поддерживали на постоянном уровне и таким образом получали на заготовках отпечатки в виде зубьев требующейся высоты. После накатки ролики подвергали термической обработке. Обязательность накатки одновременно двух роликов, как поясняет Цейгер, вызывалась тем, что червячный вал был изготовлен из хрупкого материала и при наличии значительных деформаций мог разрушиться. В случае необходимости накатки только одного ролика следовало брать червячный вал значительно большего диаметра.

С описанной выше машинкой сходно устройство для накатки мелких зубьев на зубчатых колесах, а также на их частях (секторах), которое изображено на рис. 26. Здесь, так же как и в предыдущем случае, корпус *ABCD* был изготовлен из стальных пластин. Отверстия *e* позволяли накатывать зубчатые колеса различных диаметров при соответствующей установке штыря *f*, являвшегося осью вращения заготовки. Штырь *f* имел квадратное сечение по концам и круглое по середине. Квадратная форма отверстий *e* препятствовала вращению штыря *f*. На червячный вал была насажена рукоятка *IK*. Прижим червячного вала к накатываемой заготовке осуществлялся с помощью винта *F*. Так как на описываемой машинке

накатывались детали, по своей твердости значительно уступавшие материалу накатных роликов, то отсутствовала необходимость равномерности давления, осуществлявшейся с помощью одновременной накатки двух роликов (как это было в устройстве на рис. 25).

Устройства И. Э. Цейгера были применены не только в мастерских Петербургской Академии наук. Они получили также широкую известность за границей, о чем свидетельствует включение статьи Цейгера во все библиографические издания XVIII в. Кроме того, описания всех трех изобретений Цейгера были включены в «Энциклопедию» Дидро и Даламбера.⁸⁶

К 1772 г. относится знаменательное событие в истории токарного станка — выход в свет X тома «Иллюстраций»⁸⁷ к «Энциклопедии» Дидро и Даламбера. Помимо невиданно большого количества чертежей токарных станков и их деталей (87 листов), дающего почти исчерпывающую картину состояния токарного дела во Франции, в этой книге впервые приведено изображение крестового суппорта большого токарного станка. Суппорт мог вращаться вокруг своей оси и с помощью винта приближаться к обрабатываемой детали. Здесь было дано также впервые в печатной книге изображение крупного станка с механическим суппортом, предназначенного для изготовления художественных изделий.

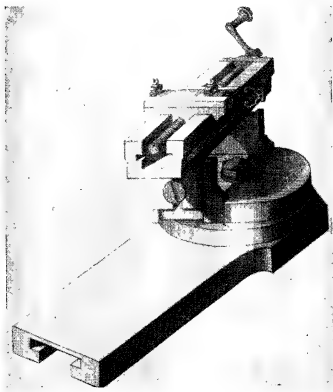


Рис. 27. Крестовый суппорт токарного станка. 1772 г. По «Иллюстрациям» к «Энциклопедии» Дидро и Даламбера.

Описание суппорта, показанного на рис. 27, ввиду ясности изображения является излишним. Следует только сказать, что применение этого суппорта создавало большие удобства при обработке на токарном станке металлов. Таким образом, ко времени опубликования чертежа суппорта в «Энциклопедии», его конструкция достигла значительного совершенства. Оставалось только его механизировать, т. е. осуществить идею, не только давно созревшую в станкостроении, но уже примененную в станках для изготовления токарных художественных изделий и на токарно-винторезном станке А. К. Нартова.

В 1775 г. в Париже вышел первый том книги Гюло «Токарное искусство».⁸⁸ По замыслу объем ее должен был превосходить все предшествую-

⁸⁶ Recueil de planches sur les sciences, les arts libéraux, et les arts mécaniques, avec leur explication, t. IV. Paris, 1767, Instrumens de Mathématiques, табл. 11, фиг. 16—19.

⁸⁷ Там же, t. X, 1772, Tourneur et tours de toute espèce.

⁸⁸ H u l o t - p é r e. L'art du tourneur mécanicien. Paris, 1775.

щие издания в этой области. Однако вышел только первый том. В отношении описания оборудования и технологии токарных работ эта книга не представляет интереса, так как в первом томе изложены лишь простейшие работы на обычных токарных станках. Большой интерес представляет то, что в книге Гюло имеется обширный общеобразовательный отдел. Во введении Гюло писал, что, кроме чисто профессиональных навыков и знания оборудования, токарю необходимо быть осведомленным в науках, соприкасающихся с ремеслами. Из числа этих наук токарю особенно необходимо иметь общее знакомство с геометрией, механикой и архитектурой. Необразованный токар, утверждал Гюло, не может глубоко вникать в смысл исполняемой работы, его мысли беспорядочны, а изделия не отмечены хорошим вкусом и не обработаны должным образом.

Правильность идей Гюло не подлежит сомнению, но он сильно опередил свой век. Токари, обладающие знаниями в области математики и механики в объеме, который Гюло считал необходимым, появились только в нашей стране и в наши дни. Очевидно, Гюло имел в виду все же не столько профессиональных токарей, сколько инженеров-машиностроителей, начинавших свою деятельность станочниками. Таким путем пришел к большой творческой работе А. К. Нартов в первой половине XVIII в. Этот же путь проделала позже знаменитая плеяда английских машиностроителей эпохи промышленного переворота — Брама, Модели, Клемент, Нэсмит и др., чьи заслуги в области станкостроения излагаются ниже. Книга Гюло знаменовала завершение того этапа в развитии станков, который предшествовал эпохе промышленного переворота.

✓ 6. ТОКАРНО-КОПИРОВАЛЬНЫЕ СТАНКИ XV III в.

Токарно-копировальные станки для изготовления художественных изделий, судя по дошедшим до нас образцам продукции, уже в XVII в. достигли большой сложности. В XVIII в. они были значительно усовершенствованы. Ими почти не пользовались токари-ремесленники. Собственниками их были иногда «мастера токарного искусства», но чаще всего этими шедеврами станкостроения владели богатые и знатные любители. В их мастерских, или «лабораториях», работали «художники» токарного искусства, которые готовили работу для хозяев, помогали им во время ее исполнения, обучали их различным приемам и тонкостям токарного дела. Вместе с тем эти же «художники» токарного искусства работали и над дальнейшим усовершенствованием конструкции станков. Жизненный успех токарного «художника» зависел от того, насколько хорошо токарю-любителю, хозяину, удавалось изготавливать затейливые вещицы, соответствовавшие тогдашней моде. Любители, естественно, никогда не были столь опытны, как «художники», а прилежания было у них еще меньше, чем опыта. Поэтому они не могли изготавливать сколько-нибудь сложные предметы вручную. Но при механизации станка их возможности в отношении изготовления сложных, затейливых изделий значительно повышались. Так возникал один из факторов механизации этого рода токарных станков.

Другим фактором был вызывавшийся модой спрос на особо затейливые предметы внутреннего убранства жилищ, выточенные из кости и твердой древесины (кубки, вазы, украшения для стола и т. п.).

Третьим фактором являлось широкое распространение в XVIII в. табакерок — плотно закрывавшихся коробок для хранения нюхательного табака (порошка). Табакерки, выточенные на токарном станке, были

красивыми, плотными и менее дорогими сравнительно со сделанными вручную, так как требовали меньшей затраты труда.

Четвертым фактором был спрос на художественные барельефы из кости и древесины твердых пород, а иногда и из металлов, получившие большое распространение в XVII и первой половине XVIII в.

Все эти четыре фактора, действовавшие в XVII и первой половине XVIII в., вызвали расцвет работ по конструированию токарно-копировальных станков, их механизацию. На эти работы хозяева токарных мастерских не жалели затрат времени и средств. Станки стали снабжаться копировальными механизированными суппортами, на них можно было получать сложные изделия без непосредственного участия рук работающего. Литературные данные, сохранившиеся изделия и, наконец, сами дошедшие до нас станки свидетельствуют о высоком мастерстве их создателей.

Но с середины XVIII в. получает все более широкое распространение фарфор. Фарфоровые вазы, фигуры, посуда, табакерки, шахматы становятся модными и повсюду вытесняют предметы, изготовленные из кости и древесины. Курение табака распространяется все шире и вытесняет нюхание его, а вместе с этим сокращается изготовление табакерок. Точеные барельефы вытесняются фарфоровыми, а затем и фарфоровыми расписными тарелками.

Мода на точеные изделия проходит, вместе с ней проходит мода на упражнения в «токарном искусстве» у знатных любителей. Сложные копировальные токарные станки, очень дорогие и трудоемкие при изготовлении, становятся ненужными и их перестают строить, а затем и эксплуатировать. Накопленный многовековой опыт становится не нужным, об этих станках забывают. Уже к концу XVIII в. копировальные станки сохраняются преимущественно как мемориальные ценности, связанные с памятью об их знаменитых владельцах.

Потребность в станках, позволяющих изготавливать детали машин более сложной формы, появилась позднее, во второй четверти XX в., и в настоящее время конструкции таких станков разрабатываются и осуществляются. Конечно, конструктивные решения, предложенные в XVIII в., невозможно перенести в современное станкостроение, базирующееся на совершенно ином техническом уровне. Однако придание этим решениям современной нам формы помогает иногда гораздо быстрее найти требующуюся конструкцию.

Обратимся к основным принципам устройства токарно-копировальных станков XVIII в. Все они могут быть разделены на две большие группы.

К первой группе можно отнести станки, которые без непосредственного участия рук работающего наносили на плоскости рельефные изображения или узоры. Рельефные изображения, получавшиеся на плоскости с помощью копирования с образца на станке, иногда называли медалями, а сами станки — медальерными. Плоскими предметами, на которые с помощью копировальных станков наносили сложные геометрические узоры («розы»), были чаще всего крышки и донца табакерок, а иногда коробок какого-либо иного назначения. Рельефные изображения на плоскости наносились при перемещении шпинделя станка в направлении его оси. Сложные узоры наносились на плоскость при перемещениях шпинделя станка параллельно его собственной оси.

Второй большой группой были станки, предназначенные для изготовления предметов сложной формы, для получения рельефных изображений

на поверхности изделий или для нанесения на них сложных геометрических узоров. Это достигалось при перемещениях шпинделя станка. Перемещения шпинделя, требующиеся для получения предметов сложной формы и рельефов, получали при использовании бронзовых копиров, имевших вид изделия, но большего размера, обычно в масштабе около 2 : 1. Перемещения шпинделя, нужные для получения сложных узоров, получали при использовании бронзовых копировальных шайб, надевавшихся на шпиндель. Периферия этих шайб чаще всего имела форму пологих фестонов, плавно переходивших один в другой.

Рельефные изображения получали следующим образом. Неподвижный копировальный палец имел вид стержня, на заостренном конце которого помещался маленький ролик. Изредка при работе с копиями, имевшими резкие переходы очертаний, применялись копировальные пальцы с остриями без роликов, которые не допускали «смазывания» изображения. К ролику (или заострению) копировального пальца копир постоянно прижимался пружиной. Во время работы станка место их контакта перемещалось по спирали. В соответствии с выступами и впадинами копира он сам совершал колебательные движения. Эти движения копира передавались заготовке, которая повторяла их. Заготовка находилась в контакте с резцом, подобно тому как копир находился в контакте с копировальным пальцем. Место контакта резца с заготовкой также перемещалось по спирали и обходило всю ее поверхность. Заготовка перемещалась больше или меньше в зависимости от рельефа копира, при этом менялась и толщина стружки. После многих проходов резца на поверхности пластины возникал рельеф, аналогичный имевшемуся на копире, но в меньшем масштабе.

Характер процесса, описанного выше для получения рельефа на пластине, оставался тем же в тех случаях, когда рельеф наносился на цилиндрическую и коническую поверхности, а также и при изготовлении предметов сложной формы.

При нанесении узоров характер процесса оставался неизменным, но вместо копиров применялись копировальные шайбы. Неподвижный копировальный палец все время находился в контакте с вырезанной фестонами периферией копировальной шайбы, надетой на шпиндель. Вследствие этого шпиндель, перемещаясь в направлении, перпендикулярном своей оси, совершал сложный путь, траекторию которого резец «записывал» на заготовке. Для усложнения узора пользовались последовательно несколькими шайбами, периферия которых была вырезана фестонами различных очертаний.

В некоторых станках достигалась еще большая сложность пути, проходимого резцом на поверхности обрабатываемой детали (что было равнозначно большей сложности формы изделия). У таких станков путь движения резца складывался из пути, проходимого шпинделем, и пути, проходимого самой обрабатываемой деталью под действием шпинделя. Так, например, в одном из станков конструкции А. К. Нартова, шпиндель, вращаясь, в то же время под действием копировальных шайб, совершал путь по сложной траектории. Но, кроме того, на шпинделе был установлен такой патрон, что закрепленная в нем заготовка перемещалась не только вместе со шпинделем, но еще одновременно двигалась от центра патрона по кривой.

Сведения о конструкциях токарно-копировальных станков можно получить из нескольких источников. Они описаны в книге Ш. Плюмье «Токарное искусство», в «Иллюстрациях» к «Энциклопедии» Дидро и

Даламбера, в двухтомном «Руководстве токаря» Бержерона,⁸⁹ а большая коллекция станков в Эрмитаже была описана в книге А. С. Бриткина и С. С. Видонова «Выдающийся машиностроитель XVIII в. А. К. Нартов». Большое количество конструкций этих станков описано в известной рукописи А. К. Нартова «Театрум Махинарум», материалы которой изучены недостаточно, так что наиболее трудные для понимания устройства до настоящего времени не пояснены. Поэтому представляется целесообразным наибольшее внимание в данной главе уделить станкам, описанным А. К. Нартовым и проиллюстрировать высказанные выше положения в основном на их материале.

Станки для вырезания рельефов на плоскости и нанесения узоров

Образцом рельефа, или, как иногда говорили, медали, может служить изображение св. Петра, изготовленное А. К. Нартовым из слоновой кости, которое было приобретено известным деятелем XVIII в. митрополитом Платоном. Оно хранится теперь в Загорском историческом музее (рис. 28).

На рис. 29 представлена иллюстрация из «Театрум Махинарум» А. К. Нартова (л. 90), изображающая различные виды сложных узоров («розов»), которые можно было наносить на токарно-копировальных станках. Этими узорами украшали плоскости, чаще всего крышки и донца табакерок. Такие табакерки имеются в собраниях Государственного Эрмитажа в Ленинграде.

Для изготовления рельефов и узоров, подобных показанным на рис. 28 и 29, служили станки, описанные и изображенные в рукописи А. К. Нартова «Театрум Махинарум». Обратимся к изучению их конструкций. Чертежи рукописи Нартова настолько хороши, что нет надобности в изготовлении новых иллюстраций. Описания, сделанные им, часто слишком лаконичны или столь сильно отступают от современных нам приемов описания чертежей, что становятся непонятными. Поэтому в настоящих «Очерках» описания составлены заново.

На рис. 30 представлен чертеж комбинированного лоботокарного станка, предназначенного для нанесения изображений на плоскости. Он служил, во-первых, для изготовления медальонов, чаще всего с изображениями людей, и, во-вторых, для изготовления украшенных геометрическими узорами плоских предметов, например крышек табакерок.

Станок приводился в движение при вращении коленчатой рукоятки *A*, на одном валу с которой сидело небольшое зубчатое колесо, находившееся в зацеплении с большим зубчатым колесом *B*. На последнем имелся венец, представлявший собой желобчатый шкив, связанный перекрестным шнуром со шкивом *S*, сидевшем на одном валу с меньшим желобчатым шкивом. Этот шкив был связан с желобчатым шкивом *I* также шнуром. Шкив *I* сидел на шпинделе *H*. К торцам шпинделя *H* были прикреплены копир *P* и обрабатываемая деталь. Кроме того, на шпинделе *H* был закреплён набор из 8 копировальных шайб, служивших для нанесения геометрического орнамента. Такова была схема главного движения.

Движение подачи осуществлялось следующим образом. Зубчатое колесо *B* находилось в зацеплении с зубчатым колесом *C*, сидевшим на одном валу с малым зубчатым колесом. Последнее находилось в зацеплении с зубчатым колесом *D*, сидевшим на валике, конец которого имел червячную паразку *E*. С червяком *E* находилось в зацеплении червячное колесо *F*,

⁸⁹ L.-E. Berge ron. Manuel du tourneur, t. I—II. Paris, 1792—1794.

сидевшее на валике червяка, находившемся в зацеплении с червячным колесом *G*. Валик, на котором сидело червячное колесо *G*, имел по концам маленькие шкивы *Q*, к которым были прикреплены концы цепочек. Другие концы цепочек были прикреплены к суппортам (см. рис. 30, б) — копировальному 1 и резцовому 2. В суппортах были закреплены соответственно копировальный палец с маленьким роликом на конце и резец. При

вращении шкивов *Q* цепочки навивались на них и перемещали при этом суппорты 1 и 2.

Ознакомившись со схемами главного движения и движения подачи, можно описать процессы изготовления изделий. Заготовку, имевшую вид пластинки, прикрепляли к патрону 3, сидевшему на шпинделе *H*. Шпиндель *H* имел возможность перемещаться в своих подшипниках вдоль своей оси под действием листовой пружины *N*. Благодаря действию пружины *N* обрабатываемая деталь всегда была прижата к резцу. Копировальный палец всегда был прижат к копиру.

Так как копир имел выпуклости и впадины, то шпиндель перемещался, отклоняясь в обе стороны от нейтрального положения, вследствие чего изображения на копире и на заготовке получались обратными. Там, где на копире была выпуклость, на изделии образовывалась впадина.

Нанесение геометрического орнамента на плоскости осуществлялось следующим образом. Шпиндель *H* был установлен (см. рис. 30, а, б) на

Рис. 28. Барельеф из кости, выточенный А. К. Нартовым на токарном станке. Собрание Загорского государственного историко-художественного музея-заповедника.

балансе, укрепленном в станине на цапфах, расположенных на линии *MM*. Он был оттянут постоянно в одну сторону с помощью груза *L* так, что одна из 8 копировальных шайб постоянно прижималась к копировальному пальцу *R*, снабженному маленьким роликом на конце. При вращении шпинделя копировальная шайба постепенно всеми своими точками приходила в соприкосновение с копировальным пальцем. Вследствие этого баланс, а вместе с ним и шпиндель совершали сложные движения, соответствовавшие конфигурации копировальной шайбы. Одновременно сложные движения совершала и обрабатываемая пластинка, на поверхности которой резец наносил следы траектории ее движения, которые образовывали геометрический орнамент. На одну и ту же пластинку можно было нанести узор, получаемый в результате последовательного применения нескольких копировальных шайб.



Описанный станок вполне сходен с тем, который находится в экспозиции Летнего дворца Петра I в Ленинграде.

На рис. 31 представлен чертеж станка для нанесения на тела вращения (шары и овалонды) перекрещивающегося геометрического орнамента. Для получения особо сложного орнамента на станке имелись две системы копирования, действовавшие на обрабатываемую заготовку одновременно.

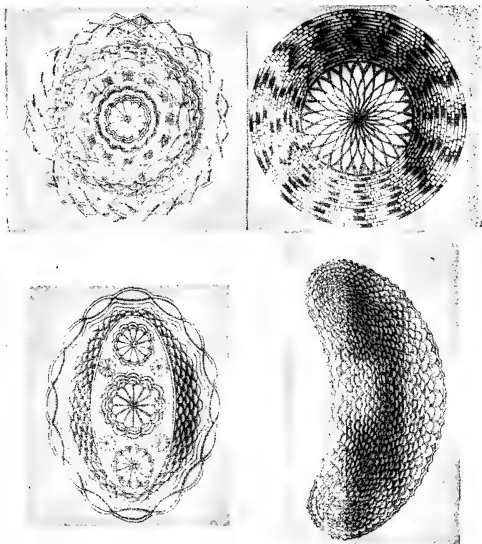


Рис. 29. Образцы орнаментальных узоров, исполнявшихся на токарном станке. Рукопись «Театрум Махинарум» А. К. Нартова.

Во взаимно перпендикулярных плоскостях так, что заготовка приобретала особо сложный путь движения, след которого «записывался» резцом, перемещавшимся в суппорте; этот след был, таким образом, итогом воздействия двух копировальных систем.

Опишем первую систему копирования, которая принципиально не отличается от описанных выше для других станков. Рукояткой *S* приводилось в движение маховое колесо *Q*, связанное перекрестным шнуром со шкивом *E*, сидевшим на одном валу со шкивом *F*. Последний с помощью шнура передавал энергию шкиву *D*, посаженному на шпиндель *L*. Шпиндель *L* опирался на стойки *K* баланса, закрепленного на цапфах внизу

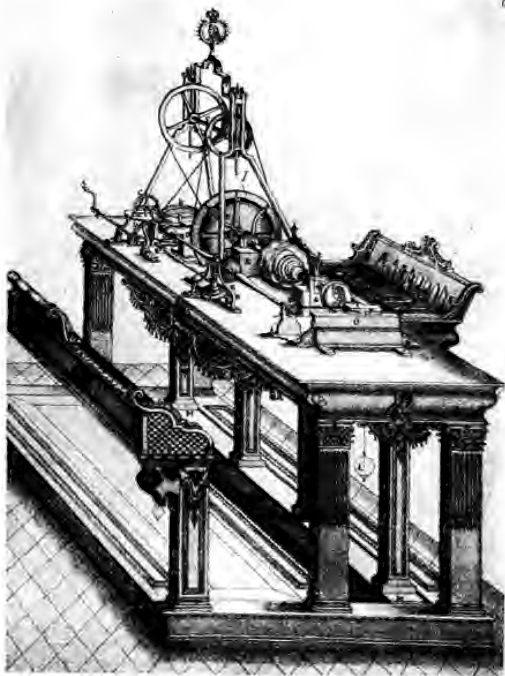


Рис. 30. Токарно-копировальный станок для изготовления барельефов на плоскости и нанесения узоров. Ручпись «Театрум Махинарум» А. К. Нартова.

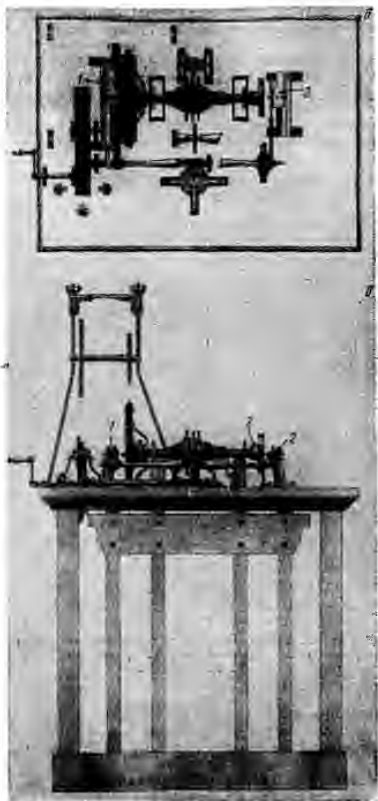


Рис. 30 (продолжение).

станины. Заготовка крепилась винтами к патрону *I*, имевшемуся на конце шпинделя *L*. На нем же был установлен набор копировальных шайб, состоявший из 10 единиц. На станине (т. е. неподвижно) были закреплены стойки *G*, между которыми мог быть установлен против любой копировальной шайбы набора копировальный палец *2*. На стойках *K* баланса имелась пружина *I*, закручивавшаяся по мере надобности винтом *3*. При вращении шпинделя *L* копировальная шайба прижималась к неподвижному копи-

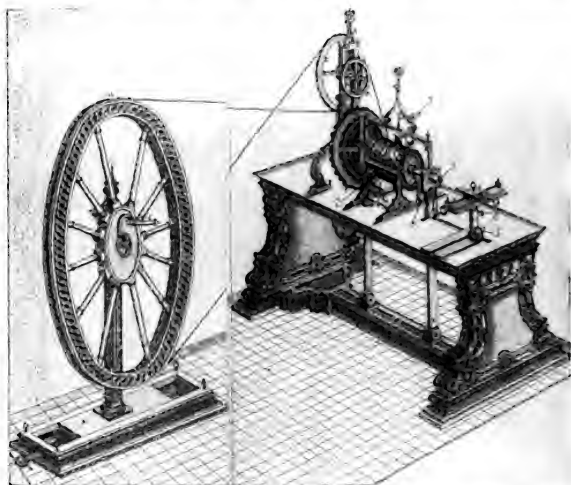


Рис. 31. Токарно-копировальный станок для художественных работ с двумя взаимно-перпендикулярными системами копирования. Рукопись «Театрум Махинарум» А. К. Нартова.

вальному пальцу пружинной. Следуя за профилем копировальной шайбы, шпиндель *L* колебался вместе со стойками *K* и передавал эти колебания заготовке, укрепленной на его конце в патроне *I*. Эти колебания «записывал» резец.

Теперь обратимся ко второй копировальной системе, действовавшей в плоскости, перпендикулярной к первой копировальной системе. Со шкивом *D* была совмещена «патронная дуковатая форма *D*», т. е. набор копировальных шайб, размещенных по concentрическим окружностям. В вертикальном пазу задней бабки *B* можно было перемещать копировальный палец с маленьким роликом (на чертеже не показан, но в описании упоминается) и закреплять его на различной высоте, против той или иной копи-

ровальной шайбы. Пружина 4, один конец которой был прикреплен к одной из стоек *K* баланса, а другой упирался в буртик шпинделя *L*, создавала постоянное осевое давление. Шпиндель *L*, находясь под постоянным давлением в направлении своей продольной оси, имел в то же время возможность продольных перемещений в подшипниках в пределах, ограниченных упомянутым выше буртиком. Благодаря этому одна из копируемых шайб, расположенных концентрически на колесе, посаженном на шпиндель *L*, постоянно находилась в контакте с копирувальным пальцем, и вследствие этого шпиндель *L* совершал колебательные движения в направлении своей оси, следуя конфигурации копируемой шайбы. Эти движения «записывались» резцом.

Так как колебания шпинделя *L* происходили в двух перпендикулярных плоскостях одновременно, то шпиндель *L*, а вместе с ним и закрепленная к нему заготовка совершали путь по траектории, складывавшейся из этих обоих движений. Резец автоматически их «суммировал» и записывал на заготовке.

Суппорт *N* был крестовым. Как известно, в литературе крестовый суппорт был впервые описан в «Энциклопедии» Дидро и Даламбера в 1772 г., т. е. значительно позднее. Этот крестовый суппорт также имел возможность поворачиваться в пределах 180° вокруг стойки и изменять расположение по высоте (при действии рукояткой 5), причем фиксирование положения суппорта осуществлялось зажимом барашка 6.

Другие станки, кроме описанного, имевшие столь сложное и оригинальное устройство, до настоящего времени неизвестны.

На рис. 32 представлен чертеж станка для нанесения геометрических узоров («роз») на поверхности изделий, приготовленных на других станках.

Станок приводился в движение маховым колесом *O*, связанным перекрестным шнуром со шкивом *D*, посаженным на вал *C*. На этом же валу сидел шкив *E*, связанный шнуром со шкивом *I*, посаженным на шпиндель *G*. Подтягивание шнуров производилось при вращении барашков *I*. Шпиндель *G* опирался на стойки баланса, закрепленного, как обычно, внизу станины на цапфах. На чертеже нижняя часть баланса не показана. На шпиндель *G* был посажен набор копируемых шайб (числом до 10). Изделие, подлежащее обработке, вкладывалось в особый балансир *N*, укрепленный на конце шпинделя *G* и вращавшийся вместе с ним. Копируемый палец *M* был закреплен в суппорте, снабженном винтовой парой и приводившемся в движение при вращении от руки маховичка 2. Копируемая шайба прижималась к копируальному пальцу под действием грузов 3, прикрепленных к пинуркам, связанным со стойками баланса. Наличие на станке изображения такого блока с другой стороны (обозначен на рис. 32 цифрой 4) показывает, что на противоположной, закрытой от зрителя стороне станины имелся симметричный копируальный суппорт, позволявший наносить с помощью того же набора копируемых шайб геометрический орнамент, обратный тому, который наносился с помощью суппортов, показанных на рис. 32 на переднем плане. Устройство суппорта специальных пояснений не требует. Этот станок сходен с описанным в книге Плюме.

На рис. 33 представлен чертеж станка, шпиндель которого мог вращаться и перемещаться в направлении, перпендикулярном собственной оси, а также и вдоль нее. Машина была предназначена для того, чтобы наносить на изделия «мелкотравные фигуры для черневого искусства», т. е. мелкий орнамент, который потом чернился и на поверхности костяного изделия давал резкий и затейливый рисунок.

В стойках *B*, *B'* были сделаны круглые проемы, в которых ставились «ветлужные подушки», т. е. качающиеся на ножках-призмах подшипники (ножки-призмы можно рассмотреть в проеме стойки *B*), служившие опорой

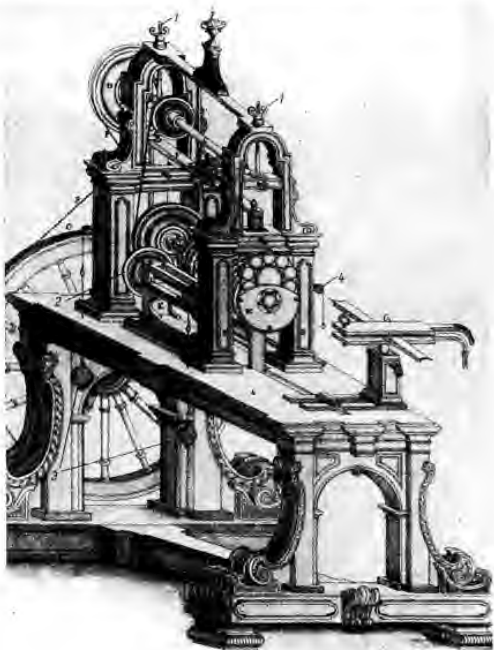


Рис. 32. Токарно-копировальный станок для напеснения узоров на сложные поверхности. Рукопись «Театрум Махинарум» А. К. Нартова.

для вала *D*. Последний имел различные диаметры по длине. Его утолщенная часть была высверлена, и в ней размедалась листовая спиральная пружина и валик *F*, выходящий за пределы вала *D*.

На выступавшем конце валика *F* были укреплены, за пределами стойки *B'*, две копировальные шайбы *G*. Ближайшая к стойке *B'* шайба *G* имела

профиль более сложный, чем обычно. Она была приспособлена к тому, чтобы обеспечивать получение «розовых фигур» (т. е. фигур, имеющих форму, напоминающую розу) одновременно при вращении шпинделя и его перемещениях в направлении, перпендикулярном собственной оси и вдоль нее. Поэтому она имела фасонный профиль не только по ободу. Сам обод ее был отогнут так, что образовывал буртик, обращенный в сторону стойки *B'*. Буртик был фасонным, т. е. снабжен фестонами. Фасон-

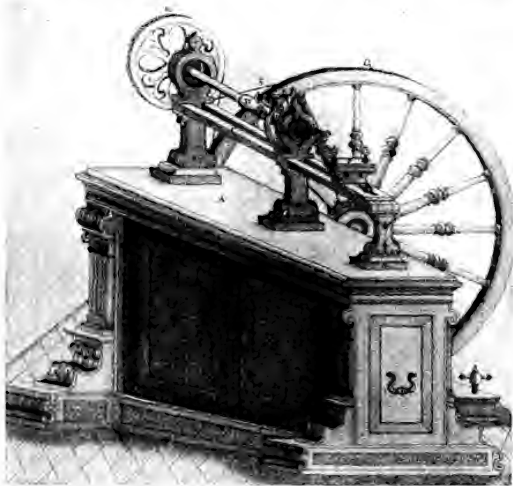


Рис. 33. Токарно-копировальный станок для нанесения мелких узоров на разнообразие поверхности. Рукопись «Театрум Махинарум» А. К. Нартова.

ный буртик служил копировальной шайбой при движении шпинделя вдоль собственной оси.

На подшипник вала *D*, установленный в стойке *B'*, был насажен баланс *L*, т. е. на нем была закреплена стойка, в период работы станка непрерывно находившаяся под действием пружины *K*, укрепленной на стойке *B'*. Кроме того, на этой же стойке были установлены два штыря *I*, на которые попеременно надевался копировальный палец, не имевший ролика. Плавные очертания профиля копировальных шайб позволяли применять копировальный палец без ролика, а малые их размеры требовали для получения четкого изображения малых размеров копировального пальца в месте контакта. Для получения перекрещивающихся орнаментов сначала копировальный палец надевали на один штырь *I*, а по окончании

нанесения орнамента — следа от контакта копировальной шайбы с ним, переносили на противоположный штырь и получали орнамент того же вида, но перекрещивающийся с ранее нанесенным. Таким образом, этот

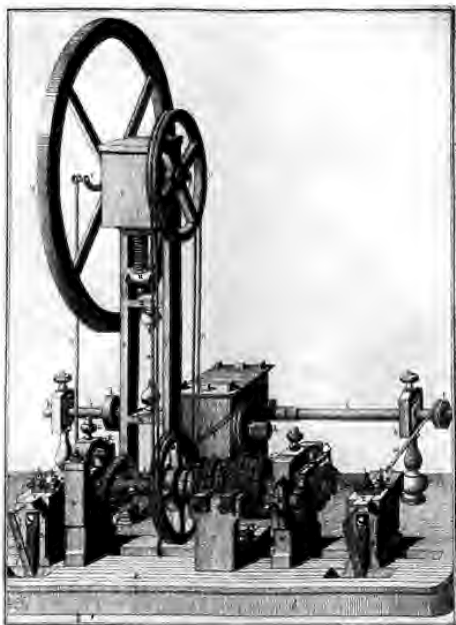


Рис. 34. Изображение механизированного суппорта токарно-копировального станка в печатном издании. 1772 г. По «Иллюстрациям» к «Энциклопедии» Дидро и Даламбера.

станок с помощью иного конструктивного оформления, чем у станков, описанных выше, но по сути дела так же, как они, имел возможность перемещения шпинделя в направлении, перпендикулярном его собственной оси в соответствии с профилем копировальной шайбы.

Для этого, в принципе подобно тому, как это имело место на других станках, шпинделю была дана свобода перемещения в направлении,

перпендикулярном его оси, вместе с надетой на нем копировальной шайбой, которую пружина все время прижимала к неподвижному копировальному пальцу.

Но, кроме перемещения перпендикулярно своей оси, шпindel мог перемещаться вдоль нее, причем он был снабжен (как это отмечалось выше) устройством для того, чтобы и это движение являлось сложным. Валик F имел по длине глубокую канавку. Сквозь тело вала D проходила шпилька N , глубоко входившая в канавку валика F . Поэтому вращение вала D всегда передавалось валику F . Кроме того, как отмечалось выше, в полость вала D была заложена листовая спиральная пружина, упиравшаяся в торец валика F . Таким образом, имелась постоянно действующая сила, заставлявшая валик F перемещаться по направлению своей оси. Его движение в этом направлении ограничивала деталь, именуемая в описании «пукловатым конусом O », являвшаяся копировальным пальцем, постоянно паходившимся в контакте с фасонным буртиком копировальной шайбы G .

Две описанные системы копировальных шайб позволяли наносить на поверхность заготовки изделия сложные узоры. Заготовка резбовым хвостовиком ввертывалась в нарезанный внутри стакан H , неподвижно закрепленный на валике F . Вал D вращался посаженным на него металлическим шкивом R , связанным перекрестной канатной передачей S с маховым колесом Q ручного индивидуального привода, установленного на салазках. Резец закреплялся в суппорте P , который можно было перемещать по прорези в станине и закреплять в месте установки.

Этот станок является одним из наиболее сложных из числа описанных А. К. Нартовым. Другие авторы о подобных станках не сообщают.

Рассмотрим еще один станок из «Иллюстраций» к «Энциклопедии» Дидро и Даламбера, замечательный тем, что он имел механизированный суппорт, который был первым описан в печатном издании.⁹⁰ Он показан на рис. 34. Машина названа: гильоширный станок⁹¹ с маховиком и подвижное орудие. Конструкция самого станка не представляет особого интереса, и здесь будет обращено внимание только на ту его часть, которая названа «подвижное орудие».

Резец c был пропущен сквозь отверстия скоб a и зажат винтами b . Скобы были неподвижно скреплены с пластиной Z , которая в свою очередь прикреплена к ползуну Y . Последний имел вид ласточкиного хвоста и мог под действием сравнительно небольшого усилия перемещаться в пазах стойки X , неподвижно установленной на станине станка. Это и был суппорт.

Опишем механизм, обеспечивающий движение суппорта без участия человеческих рук. Ползун Y имел на обоих торцах крючки. К ним были прикреплены тяги. С одной стороны тяга была присоединена к листовой пружине de , которая обеспечивала постоянное равномерное натяжение в одну сторону. Прикрепленная с другой стороны ползуна тяга в виде ремешка m периодически преодолевала натяжение пружины, навиваясь на шкивок l . Сматываясь с него, она отпускала ползун, который мог вернуться в исходное положение под действием пружины de . Таким образом обеспечивалось возвратно-поступательное движение суппорта.

Рассмотрим систему передачи движения подачи от главного привода. На шпинделе A имелся шкив, который двухрядным врезочным приводом ff соединялся со шкивом g редуктора, из которого выходил вал i . На по-

⁹⁰ Recueil de planches sur les sciences, les arts libéraux et les arts mécaniques, t. X, 1772, Tourneur et tours de toute espèce, табл. XXXVIII.

⁹¹ Т. е. станок для нанесения узоров.

следнем был посажен уже упоминавшийся ранее шкив *l* с прикрепленным к нему ремешком *m*. Вал *i* поддерживался подшипником *k*.

Внутреннее устройство редуктора отдельно показано на рис. 35. Здесь имелись две червячные пары. Двухручьевый шкив *F* — приемный. Вал, обозначенный на рис. 35 буквой *A*, уже показан выше, на рис. 34, как валик *i*. Наличие маховика, соединенного с педальным приводом, обеспечивало постоянство направления вращения шпинделя. Причины, побудившие применить в данном случае червячный редуктор с двумя червячными парами, установить трудно. Обычно червячные редукторы применяются для получения больших передаточных отношений. Механических суппортов на станке было два, по одному у каждого из двух концов шпинделя.

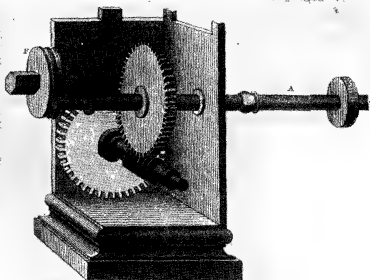


Рис. 35. Редуктор станка 1772 г. с механизированным суппортом. По «Иллюстрациям» к «Энциклопедии» Дидро и Даламбера.

Конструкция описанного механического суппорта отличается примитивностью. По своим достоинствам она стоит ниже механического суппорта станка 1712 г., хранящегося в Государственном Эрмитаже (см. стр. 79), а также суппорта А. К. Нартова на станке для нарезания больших винтов (рис. 22). Нартов применил для механизации перемещения резца винтовую пару. Это решение оказалось наиболее жизнеспособным и используется на современных станках.

Станки для изготовления и украшения объемных художественных изделий

Труд А. К. Нартова «Театрум Махинарум» содержит значительное количество изображений образцов продукции, изготавливавшейся на токарно-копировальных станках. На рис. 36 изображена выточенная из кости ваза. В печатных трудах XVIII в. приведено много образцов художественных токарных изделий: ваз, настольных украшений, барельефов, табакерок и т. п. В собраниях больших музеев (в том числе в собраниях Эрмитажа) имеется много предметов этого рода. Некоторые любители в XVII—XVIII вв. собирали целые коллекции затейливых токарных изделий.

Одна из больших коллекций, собранная во Франции во второй половине XVII в., была в XVIII в. описана в специальной книге,⁹² дважды переиздававшейся. Некоторые исследователи истории искусства выявили много имен знатных ценителей произведений «токарного художества», собирателей и токарей-любителей.⁹³

Среди станков для изготовления художественных изделий наибольшую известность получил токарно-копировальный станок с надписью «St. Petersburg. 1712», который хранится в собрании Эрмитажа и некогда входил в состав оборудования личной токарной мастерской Петра I.

Станок 1712 г. с механическим суппортом (так же как и другие копировальные станки, хранящиеся в музеях Ленинграда) был подробно изучен проф. А. С. Бриткиным, из книги которого заимствуется приводимое ниже описание. Проф. А. С. Бриткин называет его «станок Нартова модели 1712 г.».⁹⁴ Между тем доказательства единственного авторства А. К. Нартова в этом случае не имеется. Станок 1712 г. предназначен для изготовления художественных изделий по копиру, т. е. для серийной работы, что, однако, в царской мастерской, не работавшей на заказ или продажу, не имело экономического значения.

На рис. 37 изображена кинематическая схема станка. Привод станка осуществлялся рукояткой 4, посаженной на вал 5, вращающийся в опорах 6. На этом валу посажено зубчатое колесо 7, сцепляющееся с колесом 8, закрепленным на валу 9. Последний опирается на подшипники 10, которые можно перемещать по вертикали для натягивания передаточного ремня (шнура) 15 между шкивами 14 и 16. Кроме вращения рукоятки 4, установленной на станке, его можно было приводить в движение также через желобчатый шкив 13 от источника энергии, находящегося вне станка. Станок приводился в действие в этом случае от маховика. Шкив 16 закреплен на длинном шпинделе 17, левый конец которого поддерживается кронштейном 18 с центром 19. С правой стороны шпиндель поддерживается «спатающимся балансом» 20, качающимся на шарнирном пальце 21 и притягиваемым в одну сторону пружиной 22. На барабан 23 шпинделя надевался цилиндр-копир 24, а на конце шпинделя в патроне 25 закреплялась заготовка 26, на поверхности которой вырезалось изображение резцом 27, закатом винтами в резцедержателе 28 суппорта 29. Суппорт ходит по направляющим 30 с помощью рейки 31, движимой механизмом подачи. Такая же рейка связана с копировальным суппортом, имеющим держатель 33 для копировального пальца. Последний следит за рисунком на копире по углублениям. К копире его прижимает пружина. Рейки перемещаются одновременно с суппортом посредством зацепления с реечными шестернями и зубчатыми передачами 34 и 35 на поперечных валах. Один из них вращается в подшипниках 36 и червячным колесом 37 входит в зацепление с червяком 38 на вертикальном валу 39, имеющем верхнюю опору 40. Зубчатое колесо 41 получает вращение от торцового колеса 42, закрепленного на конце верхнего приводного вала.

Следовательно, в описанном токарно-копировальном станке осуществлен самоходный суппорт с шестеренно-реечным механизмом подачи.

На рис. 38 отдельно изображена кинематическая схема механизма суппорта станка.

⁹² Gaspard Grollier, c-te de Serviere. Recueil d'ouvrages curieux de mathématiques et de mécanique, ou description du cabinet de monsieur Nicolas Grollier de Serviere. Lyon, 1719. Последующие издания: Lyon, 1733; Paris, 1751.

⁹³ F. Trautmann. Kunst und Kunstgewerbe. Nördlingen, 1869.

⁹⁴ А. С. Бриткин, С. С. Видонов. Выдающийся машиностроитель XVIII в. А. К. Нартов. М., 1950, стр. 25—33.

Суппорт получает движение от привода главного движения, т. е. от верхнего вала 2 и шкива 1, вращающего шпиндель с копиром и заготовкой.

За правым подшипником 3 на валу 2 закрепляется колесо 4 с торцевыми зубьями, сцепляющимися с зубьями колеса 5, посаженного на вертикальном валу 6. Сверху последний имеет опору-центр 7. Внизу на вертикальном валу 6 закреплен червяк 8, сцепляющийся с червячными зубьями колеса 9, вращающего поперечный горизонтальный вал 10 с зубчатой передачей к валу 11. На концах этого вала закреплены реечные шестерни 12, сцепляющиеся с рейками 13, проходящими через стойки 14 и скрепленными с ползунками копировального и резцового суппортов,двигающихся по верхним 15 и нижним 16 направляющим брускам. Ползушка 17 скреплена с резцедержателем болтом 19, а в верхней части винтами 21 закреплен резец 22. Копировальный суппорт аналогичен резцовому.

Описанный суппорт с шестеренно-реечным механизмом был по своей идее весьма совершенен. Это подтверждается тем, что подобный механизм используется даже в некоторых современных нам токарных станках. Сходный по конструкции суппорт А. К. Нартов применил на ряде станков, осуществленных им в первой четверти XVIII в.

Рукопись Нартова «Театрум Махинарум» содержит чертежи и описания ряда токарно-копировальных станков для изготовления объемных художественных изделий. Ниже приводятся чертежи и описания некоторых из них.

На рис. 39 изображены чертежи токарно-копировального станка, имевшего следующее устройство.

Станок приводился в движение при вращении коленчатой рукоятки А (рис. 39, а). При этом малое зубчатое колесо, сидевшее на одном валу с рукояткой А, находилось в зацеплении с большим зубчатым колесом В. На этом последнем имелся венец, представлявший собой желобчатый

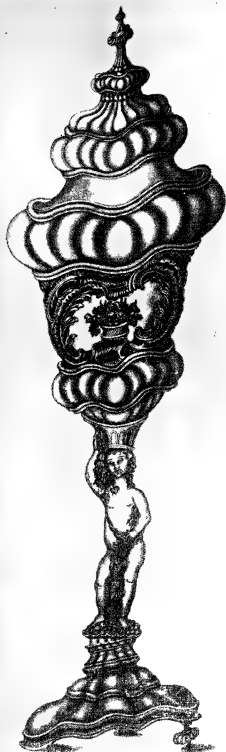


Рис. 36. Ваза. Образец изделия, изготовленного на токарно-копировальном станке. Рукопись «Театрум Махинарум» А. К. Нартова.

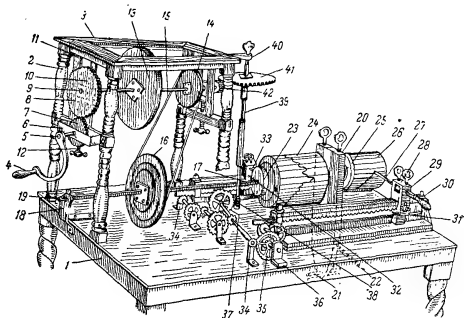


Рис. 37. Кинематическая схема токарно-копировального станка. 1712 г. По А. С. Бриткину.

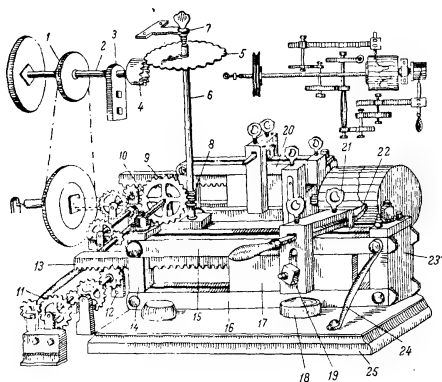


Рис. 38. Кинематическая схема суппорта токарно копировального станка. 1712 г. По А. С. Бриткину.

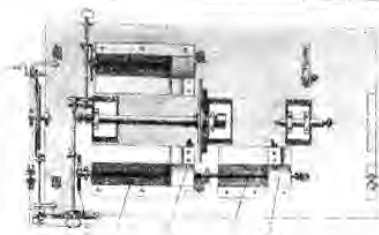
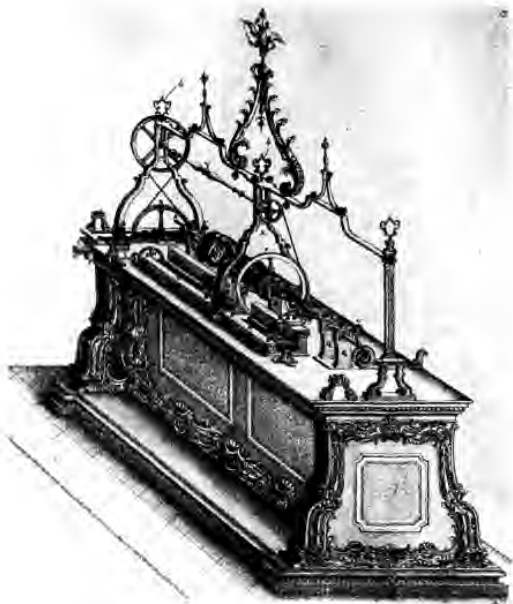


Рис. 39. Токарно-копировальный станок. Рукопись «Театрум Махинарум»
А. К. Нартова.

шків. Шнур, наложенный крестообразно для увеличения угла охвата, связывал шків-венец колеса *B* с другим желобчатым шківом, сидевшим на валу *У*. На другом конце вала *У* был посажен малый желобчатый шків, связанный шнуром с желобчатым шківом *P* и приводивший его во вращение. Шків *P* был соединен неподвижно с патроном, в котором закреплялся копир, в данном случае изображавший человеческую фигуру. Таким образом, при вращении рукоятки *A* вращался копир, посаженный на шпиндель *O*, и обрабатываемая деталь из кости или древесины твердых пород, так же сидевшая на валу и расположенная по другую сторону шківа *P* (маленькая человеческая фигурка). Такой была система передачи главного движения. Для подтягивания шнуров вал *У* можно было поднять, для чего служили винты 4, перемещавшие подшипники в пазах.

Теперь обратимся к описанию системы движения подачи. Зубчатое колесо *B* находилось в зацеплении с маленьким зубчатым колесом, сидевшим на червячном валу. Последний находился в зацеплении с червячным колесом, сидевшим на другом червячном валу. В зацеплении с ним находилось червячное колесо *F*, сидевшее на валу *G* вместе с другим небольшим колесом. Это последнее находилось в зацеплении с зубчатым колесом *H*, расположенным к нему под прямым углом, т. е. здесь была осуществлена торцекопическая передача. Как видно на рис. 39, б, зубчатое колесо *H* сидело на длинном ходовом винте 1. Прилегающая к колесу *H* часть винта 1 имела более крупную резьбу с большим шагом, чем та часть винта, которая лежала за промежуточной опорой. Винт 1 приводил в движение маточную гайку копировального суппорта 2 и резцового суппорта 3. Таким образом, станок имел самоходный резцовый суппорт с винтовой парой, действие которого было основано на принципе, используемом до наших дней.

После ознакомления с системами главного движения и подачи можно проследить непосредственно процесс резания на станке. Копировальный и резцовый суппорты были установлены на станине и могли перемещаться лишь вдоль нее, но никаких более сложных движений совершать не могли. Сложные движения относительно станины станка совершал шпиндель *O* (на котором были укреплены приводившие его во вращение шків *P*, копир и обрабатываемая деталь), опиравшийся на стойки *Q*. Последние объединялись в конструкцию, которую А. К. Нартов характерно назвал «шатательный баланс».⁹⁵ Выполненная из деревянных брусьев конструкция была укреплена внизу станины станка на двух цапфах и могла свободно на них качаться. Поэтому шпиндель *O* мог легко, под действием небольших усилий, совершать качательные движения. В копировальном суппорте был закреплен копировальный палец, имевший на конце маленький ролик, уменьшавший сопротивления при прохождении вращающегося копира. Копир постоянно прижимался к копировальному пальцу спиральными пружинами *V*, которые для уменьшения сопротивлений соприкасались с балансом через маленькие ролики. При вращении копира расстояние от оси шпинделя *O* до копировального пальца все время менялось в зависимости от расположения выступов и впадин копира. Сидевшая на одном валу с копиром обрабатываемая деталь повторяла движения копира. Резец в зависимости от положения обрабатываемой детали снимал глубокую или мелкую стружку, и деталь после каждого прохода резца постепенно приобретала форму, все более соответствовавшую форме копира.

Ввиду того что копировальные станки не играли большой роли в истории станкостроения, их обзор на этом завершается.

⁹⁵ Далее он будет называться просто «балансом».

7. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ В ЭПОХУ ПРОМЫШЛЕННОГО ПЕРЕВОРОТА; МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ СУППОРТ МОДСЛИ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДАХ; СМЕННЫЕ ШЕСТЕРНИ

Промышленный переворот, начавшийся в Англии ранее других стран, характеризовался внедрением машин во все отрасли производства. Создание механизированной промышленности потребовало прежде всего невиданного ранее количества машин, быстроходных и прочных. Изготовление отдельных экземпляров очень хороших машин вручную было возможно с помощью редко встречающихся ремесленников-виртуозов. Коллекция станков Государственного Эрмитажа в Ленинграде и отдельные сохранившиеся экземпляры станков за рубежом подтверждают это. Маркс справедливо указывал, что «экономические эпохи различаются не тем, что производится, а тем, как производится, какими средствами труда».⁹⁶

Ручной труд был в состоянии удовлетворить единичные запросы знатных любителей токарного искусства, не считающихся со стоимостью изготовления предмета развлечения. Когда же возник большой спрос на машины, притом на машины дешевые, когда потребителям понадобилось много быстро изготовленных машин, когда возник фактор «морального» износа оборудования и нельзя было строить машину не торопясь, в течение многих лет, тогда станкостроители-ремесленники уже не смогли удовлетворить потребителя. Ручной труд стал сдерживать развитие производительных сил общества. Только введение машин могло привести производительные силы общества в соответствие с развивавшимися производственными отношениями. Получившееся противоречие могло быть разрешено лишь путем создания машин для производства машин. Машины должны были заменить собой квалифицированных рабочих, которых было недостаточно, обеспечить быстрый массовый выпуск дешевых и надежных машин для промышленности и транспорта.

К. Маркс, для которого технический переворот в промышленности не был отдаленным историческим событием, а делом лишь вчерашнего дня, дал глубокий анализ общественного значения переворота в технике и технологии производства. Этот переворот произошел в Англии почти в его время и совершался в других европейских странах у него на глазах. Ввиду исключительного значения эпохи промышленного переворота для истории станкостроения и важности исследований Маркса здесь необходима обширная выдержка из «Капитала».

«Итак, крупная промышленность должна была овладеть характерным для нее средством производства, самою машиной, должна была производить машины машинами. Только тогда она создала адекватный ей технический базис и стала на свои собственные ноги. В той мере, как в первые десятилетия XIX века росло машинное производство, машина и на самом деле постепенно овладевала фабрикацией рабочих машин. Однако лишь в последнее десятилетие (1850-е годы, — Ф. 3.) колоссальное железнодорожное строительство и океанское пароходство вызвали к жизни те циклопические машины, которые применяются при постройке первичных двигателей.

Существеннейшим производственным условием для машинной фабрикации машин была машина-двигатель, способная развивать силу в любой степени и в то же время всецело подчиняющаяся контролю. Она уже существовала в виде паровой машины. Но вместе с тем задача заключалась и в том,

⁹⁶ К. М а р к с. Капитал, т. I. Госполитиздат, 1955, стр. 187.

чтобы машинным способом производить необходимые для отдельных частей машины строго геометрические формы: линии, плоскости, круги, цилиндры, конусы и шары.⁹⁷

По словам Маркса, эта проблема была разрешена в первом десятилетии XIX в. изобретением механизированного суппорта. «Это механическое приспособление заменяет не какое-либо особое орудие, а самую человеческую руку, которая создает определенную форму, приближая, прилагая острое режущее инструмента к материалу труда или направляя его на материал труда, напр., на железо. Таким образом удалось производить геометрические формы отдельных частей машин „с такой степенью легкости, точности и быстроты, которой никакая опытность не могла бы доставить руке искуснейшего рабочего“». Здесь Маркс делает следующую ссылку: «*The Industry of Nations*», London, 1855, ч. II, стр. 239 — и приводит цитату из этой книги: «Как бы прост и на первый взгляд незначителен ни казался этот придаток к станку, мы думаем, что без преувеличения можно сказать, что его влияние на усовершенствование и распространение машин было так же велико, как влияние усовершенствований, произведенных Уаттом в самой паровой машине. Введение его разом повело к усовершенствованию и удешевлению всяких машин и дало толчок новым приобретениям и усовершенствованиям».⁹⁸

Приведенные выше выдержки объясняют значение станкостроения в эпоху промышленного переворота, а также и значение механизированного суппорта, заменившего человеческую руку. Изложение Марксом теоретических положений о соотношении развития станкостроения с разрешением противоречия между производительными силами и производственными отношениями является основным содержанием этой части его исследования, и развитие им здесь положения сохраняют полную силу и для наших дней.

Английский машиностроитель Нэсмит, ученик Модсли, в своих воспоминаниях подробно останавливается на значении применения механического суппорта в промышленности. Роль самого Нэсмита в технике была велика. Его высказывания по общим вопросам техники, тем более в отношении событий, свидетелем которых был он сам, очень ценны. Их ценность возрастает также в связи с тем, что Нэсмит был одним из немногих английских механиков первой половины и середины XIX в., который имел достаточное общее образование. Очень интересны высказывания Нэсмита о механическом суппорте.

«Нет нужды распространяться о том, как велико было влияние этого изобретения на улучшение и распространение машинного дела; усовершенствование паровой машины имело важное значение для успехов мануфактур и торговли; без приложения к собственной нашей производительной силе усовершенствованного механизма этой машины мы бы не могли осуществить практическим и удачным способом измышлений тех великих умов, которые в последние полстолетия так успешно пролагали новые пути для человечества. Самая паровая машина, помогающая нам своею силою, обязана своим настоящим совершенством этому превосходному средству давать металлическим предметам точнейшие совершеннейшие геометрические формы. Каким бы образом могли быть у нас хорошие паровые машины, если бы мы не умели высверлить цилиндра или обточить шатун поршня или полировать поверхность створа. Это одно доставляет

⁹⁷ Там же, стр. 390—391.

⁹⁸ Там же, стр. 391.

нам средство осуществлять на практике собранные результаты научных изысканий в области механики.

Было бы непростительно, признав пользу, оказанную механическому миру и даже всему человечеству изобретением и введением самодействующего суппорта, забыть имя той знаменитой личности, которой мы обязаны этим могущественным двигателем в достижении механического совершенства. Я говорю о Генри Модсли, полезная жизнь которого была вся посвящена великой цели улучшить наши средства усовершенствованием машинного дела. Ему обязаны мы изобретением самодействующего суппорта и, следовательно, ему, хотя не прямо, обязаны мы всеми теми благодеяниями, какие протекают от введения в механику этого могущественного двигателя.⁹⁹

Отмеченные выше в настоящих «Очерках» факты (см. стр. 55) показывают, что Модсли не был единственным изобретателем поворотного и механического суппорта. И тот и другой суппорты были известны ранее. Их можно видеть на сохранившихся старинных станках, изготовленных едва ли не за столетие до Модсли. Эти устройства были описаны также в литературе, изданной тогда, когда Модсли еще не родился или был младенцем. Поэтому было бы неверно отступать в пользу приоритета Модсли от общего правильного подхода ко всем изобретениям XVIII в. как результатам труда многих изобретателей. Этот подход был обоснован Марксом в результате изучения истории ряда изобретений, но материалов по истории токарного станка тогда было недостаточно.

Весь ход развития станкостроения привел к созданию механизированного суппорта, но время для широкого практического применения этого усовершенствования пришло тогда, когда талантливый изобретатель и искусный ремесленник Модсли начал в последние годы XVIII в. разрабатывать в машиностроительной мастерской Брама способы механизации изготовления новой конструкции замка, на который имелся массовый спрос. Сказанное не умаляет заслуг Модсли, в надлежащий момент выступившего с идеей механизации суппорта и облекшего эту идею в наиболее совершенную конструктивную форму. Заслуга внедрения механического суппорта в производство приписывается ему всеми исследователями справедливо. В то же время было бы наивно думать, будто Модсли никогда не слышал о поворотном и механизированном суппортах, описанных в «Энциклопедия» Дидро и Даламбера и применявшихся во Франции и в Англии в мастерских знатных любителей токарного искусства. Вряд ли об этом мог умолчать Марк Брюнель, изобретатель, хорошо образованный французский эмигрант, натурализовавшийся в Англии, с которым много лет тесно соприкасался и даже сотрудничал Модсли.

Немецкий механик Георг Рейхенбах (1772—1826), работавший над улучшением изготовления точных астрономических и геодезических инструментов, почти одновременно с Модсли и независимо от него снабдил свой токарный станок механическим суппортом. Последний перемещался с помощью винтов, т. е. конструктивное решение Рейхенбаха было тем же, что и у Модсли, и, следовательно, столь же целесообразным.¹⁰⁰ Но Рейхенбах не работал на машиностроительном заводе, не участвовал в исполнении массовых заказов, жил в Германии, не вступившей еще в пору промышленного расцвета. У Рейхенбаха не было условий для широкой

⁹⁹ С. С м а й л с. Биографии промышленных деятелей. СПб., 1872, стр. 193—194.

¹⁰⁰ C. M a t s c h o s s. Grosse Ingenieure. 4 Aufl., München, 1954, стр. 114.

реализации своего варианта механического суппорта, и его работа осталась неизвестной. Дальнейшее изучение истории техники откроет, наверное, еще ряд случаев применения механизированного суппорта, почему-либо не получивших известности.

Отметим в этой связи, что и в России одновременно с Модсли механик Лев Федорович Сабакин создал станок для механизированного изготовления крупных винтов. Станок имел механизм, позволявший переключать его для паразания правой или левой резьбы. Краткие сведения о станке и его модель он представил в 1804 г. в Берг-коллегию. Модель эта не сохранилась, и чертежи станка пока не обнаружены.¹⁰¹

Первый биограф Модсли, Смайле, перечислив некоторые из описанных выше механизмов, предшествовавших суппорту Модсли, в частности, указав на суппорт, описанный в «Энциклопедии» Дидро и Даламбера, приходит к выводу, что заслуги Модсли состоят во внедрении и распространении механического суппорта. «Во всяком случае, — пишет Смайле, — он (Модсли, — Ф. 3.), горячо и ревностно заботился о том, чтобы ввести его (механический суппорт, — Ф. 3.) в общее употребление, и мы думаем, что в глазах всех практических механиков заслуги его не подлежат сомнению, так как ему принадлежит честь введения его во все европейские мастерские».¹⁰² Отсюда видно, что даже увлекающийся Смайле усомнился в дипломатичном изобретении суппорта Модсли.

Таким образом, следует признать, что Модсли велик тем, что сумел правильно понять потребности промышленности, применить для их удовлетворения передовую техническую идею и дать последней рациональное конструктивное оформление. Все это вместе взятое и принесло ему заслуженную славу. То, что было выше сказано о Модсли, можно с успехом применить и к другим выдающимся деятелям техники рассматриваемого периода.

Для того чтобы ясно представить замечательные изменения в конструкциях токарных станков на протяжении первой четверти XIX в., следует отдать себе полный отчет в том, каким в действительности был обычный токарный станок передового промышленного предприятия в конце XVIII в.

Труд акад. И. Ф. Германа¹⁰³ содержит данные об отечественном производственном токарном станке конца XVIII в., исполненном, подобно его английским собратьям, целиком из металла (рис. 40). Станок работал на Петрозаводском заводе, руководимом в то время известным инженером Карлом Карловичем Гаскойном, до этого возглавлявшим передовой английский Карронский завод. Поэтому можно считать станок характерным для уровня техники хорошо оснащенного предприятия конца XVIII в. В соответствии со своим производственным назначением станок был прочен, но лишен каких-либо украшений, подобных тем, какие имелись на станках знатных любителей токарного искусства. Несовершенство чертежа не позволяет получить детального представления об устройстве станка. Но все же хорошо видна простота его конструкции. Он имел двухступенчатый шкив, рассчитанный на получение энергии от источника,

¹⁰¹ Ф. Н. Загорский. Л. Ф. Сабакин — выдающийся машиностроитель конца XVIII—начала XIX века. Тр. Инст. истории естествознания и техники АН СССР, т. 21, 1959, стр. 328—342.

¹⁰² С. Смайле. Биографии промышленных деятелей, стр. 180.

¹⁰³ Иван Герман. Описание Петрозаводского и Кончезерского заводов и производимого при оных литья пушек и снарядов. СПб., 1803, табл. XXXI (без описания).

расположенного вне станка. Это выгодно отличало петрозаводский станок от английских педальных станков. Впрочем, станок такого большого размера и не мог быть педальным. Из текста книги Германа можно видеть, что описываемый станок приводился в действие водяным колесом. Патрон станка имел простейшее устройство в виде болтов, которые обеспечивали закрепление деталей различных диаметров, а также и центрирование. Обращают на себя внимание большие размеры станка: длина его станины составляла около 7.5 футов (2261 мм), если судить по масштабу, имеющемуся в книге Германа. На таких станках можно было исполнять только самые грубые работы, не требовавшие точности. Следовательно, промышленность того времени еще не предъявляла требований высокой точности изготовления деталей машин.

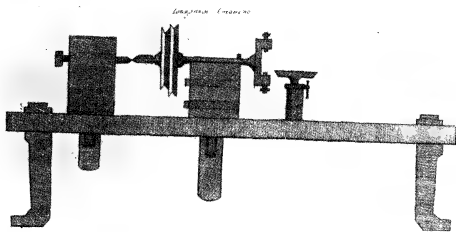


Рис. 40. Заводской металлорежущий станок. Конец XVIII в.
По И. Ф. Германы.

Описанный токарный станок (рис. 40) В. Н. Пипуныровым в книге о И. П. Кулибине приведен в качестве образца оборудования инструментальной палаты Академических мастерских при И. П. Кулибине.¹⁰⁴ Это предположение сомнительно, так как станок слишком велик и груб для изготовления на нем деталей научных инструментов, которые требовали точности и чистоты отделки, совершенно не достижимых на подобном оборудовании.

После этих предварительных замечаний обратимся к существу работ Модсли в области усовершенствования токарного станка, начатых им в последние годы XVIII в.

В 1794—1795 гг. Модсли,¹⁰⁵ еще молодой, но уже весьма опытный механик, работал в мастерской видного машиностроителя и изобрета-

¹⁰⁴ В. Н. П и п у н ы р о в. Иван Петрович Кулибин, жизнь и творчество. М., 1955, стр. 37, рис. 4.

¹⁰⁵ Генри Модсли (1771—1831) — кузнец, затем механик, с 1810 г. владелец машиностроительного предприятия. В 1794—1795 гг. создал первый токарный станок для общего машиностроения с механизированным суппортом, а в 1797 г. дал новую его конструкцию, основные черты которой сохранились до настоящего времени. Следующим достижением Модсли было введение в заводскую практику нарезания винтов заданных параметров с помощью подбора зубчатых колес. Модсли построил много различных машин, среди которых наиболее замечательной является линия станков для изготовления

теля Брама. Основной продукцией мастерской были детали промывного устройства ватерклозета, изобретенного Брама. Быстрый рост плотности городского населения способствовал массовости изготовления этих однотипных устройств, что создавало у рабочих мастерской некоторые навыки серийного производства, а оборудование мастерской приобретало известные особенности. Та же причина вызвала устойчивый спрос на изобретенный Брама замок. Массовый выпуск замков по доступным ценам не



Г. Модсли (1771—1831).

мог быть налажен при ручном изготовлении деталей. Перед Модсли была поставлена задача в возможно большей мере обработку деталей замка передать на станки. Стремясь осуществить это, Модсли применил крестовый суппорт, который ранее использовался только на станках для изготовления художественных поделок.

Изображение первого суппорта токарного станка, сконструированного и построенного Модсли в период его работы у Брама, в 1794 г., помещено в атласе Дж. Рейни, иллюстрирующем справочник Бакелена, изданный в 1841 г.¹⁰⁶ Чертежи Дж. Рейни представлены на рис. 41. Первый суппорт

корабельных блоков, сдвинутая в эксплуатацию в 1815 г. и работавшая непрерывно до 1900 г. Воспоминания современников рисуют Модсли как человека одаренного и привлекательного (см.: Пионеры машинной индустрии. Сборник, ред. акад. В. Ф. Миткевич, Изд. АН СССР, М.—Л., 1937).

¹⁰⁶ G. R e n n i e. Atlas to the New Ed. of Buchanan's Work. London, 1842, табл. 21.

Модсли не был, как видно из чертежей, механизирован, а все его части перемещались вручную. Следовательно, утверждения ряда английских и американских авторов о том, что Модсли дал конструкцию механизированного суппорта в 1794 г., не соответствуют действительности. Устройство этого суппорта еще весьма далеко от современной нам конструкции. Он был установлен на одной рамке с задней бабкой станка и мог передвигаться вдоль направляющих станины при установочных перемещениях

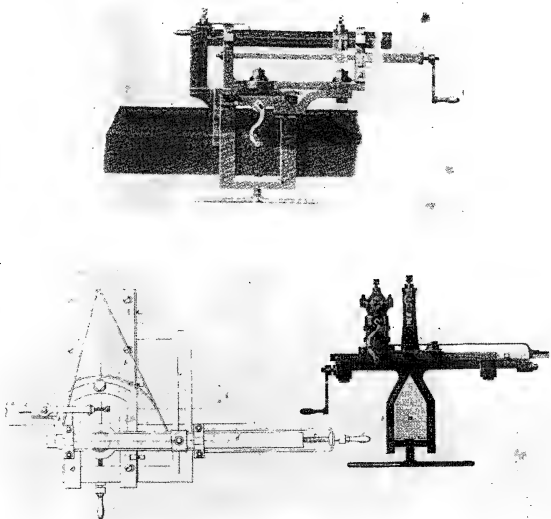


Рис. 41. Первый суппорт токарного станка, изготовленный Г. Модсли. 1794 г. По Дж. Реппи.

вместе с ней. Все устройство опиралось только на одну из направляющих, что не обеспечивало устойчивости. Заметим, что эта направляющая уже имела призматическую форму. Устройство могло быть прочно закреплено вручную в любом месте на направляющей с помощью винта с воротковой рукояткой. Благодаря наличию секторальной прорези, суппорт можно было располагать в случае надобности под углом.

Режущий инструмент закреплялся с помощью винта в прорези, расположенной на конце стального бруса *d*. Последний поддерживали два подшипника, позволявшие ему свободно перемещаться. Брус *d* приво-

дился в движение при вращении, с помощью рукоятки ходового винта *e*, с которым он был связан гайкой. Таким образом осуществлялось продольное перемещение режущего инструмента. Перемещение его в перпендикулярном направлении осуществлялось также с помощью ходового винта. Конструкция была нежесткой и мало рациональной. Поэтому понятно указание Дж. Ренни относительно того, что описанный суппорт совершенно отличен от тех, которые «применяются в настоящее время».

Суппорт 1794 г. интересен преимущественно потому, что он знаменует собой начало деятельности Модсли по разработке современной конструкции, и показывает, что Модсли начал с устройства менее удачного, чем то, которое описано в «Энциклопедии» Дидро и Даламбера. Сам Модсли признал конструкцию своего первого суппорта и станка в целом неудовлетворительной, недостаточно прочной и устойчивой. Поэтому он продолжил работу по созданию машины, которая удовлетворяла бы требованиям массового производства.

В 1797 г. на заводе Брама Модсли построил следующий вариант токарного станка, снабженного механическим суппортом. Устойчивость и прочность станка были повышены за счет применения чугунной литой станины. Станина его состояла из двух параллельных трехгранных чугунных брусьев трех футов длины, скрепленных болтами с массивными чугунными ногами-опорами. Шпиндель передней бабки был соединен с ходовым винтом парой зубчатых колес, закрытых металлическим ограждением. Ограждение, предусмотренное для предотвращения захвата человека, работавшего на станке, является первым стационарным защитным устройством. Движение суппорт получал от ходового винта с помощью пары зубчатых колес. Ходовой винт имел квадратную нарезку, применение которой в ходовых винтах в других механизмах и машинах было уже к тому времени общепринятым. Число ниток на дюйм ходового винта было равно четырем. Для нарезания винтов с различным шагом при станке имелся запас ходовых винтов. Смена последних была облегчена устройством специальных разъемных подшипников-зажимов.

Нарезание винта на станке производилось следующим образом. Заготовку зажимали между центрами и обтачивали до нужных размеров, не включая самоходной подачи. После этого включалась самоходная подача и винтовая нарезка выполнялась за несколько проходов резца. Обратный отвод суппорта осуществлялся каждый раз вручную после отключения самоходной подачи. Этот процесс нарезания винтов, введенный в машиностроительное производство, являлся выдающимся достижением, но все же он был сложен, требовал большой затраты времени и труда.

В 1800 г. Модсли внес замечательное усовершенствование в станок — взамен набора сменных ходовых винтов он применил набор сменных зубчатых колес.

Единственный, несъемный ходовой винт станка имел нарезку тридцать ниток на дюйм. На ходовой винт надевалось одно из двадцати восьми сменных зубчатых колес с числом зубьев от пятнадцати до пятидесяти. Между сменными зубчатыми колесами было введено промежуточное колесо, обеспечивавшее изготовление винтов, нарезка которых по направлению (правая или левая) совпадала с нарезкой на ходовом винте станка.

Значительный интерес представляет фотография станка, находившегося в эксплуатации на заводе потомков Модсли до 1900 г., когда завод был закрыт и оборудование демонтировано. Английскому историку техники Бенсону удалось сфотографировать оборудование до демонтажа.

Фотографии вместе с краткими описаниями он опубликовал в журнале «Энджиниринг».¹⁰⁷ На станке (рис. 42) Модсли нарезал винт и гайку для астрономического прибора, который в течение долгого времени считался непревзойденным шедевром точности, был удостоен награды английского Общества поощрения искусств и ремесел и помещен в музей. Винт имел пять футов длины и два дюйма в диаметре с числом ниток пятьдесят на дюйм. Гайка имела двенадцать дюймов (305 мм) длины. Резьба была так мелка, что ее нельзя было рассмотреть невооруженным глазом.

Токарно-винторезный станок, изготовленный Модсли в 1800 г., уже имел основные элементы современного нам устройства. Создание специализированного токарно-винторезного станка с постоянным комплектом сменных зубчатых колес и начало изготовления на этом станке

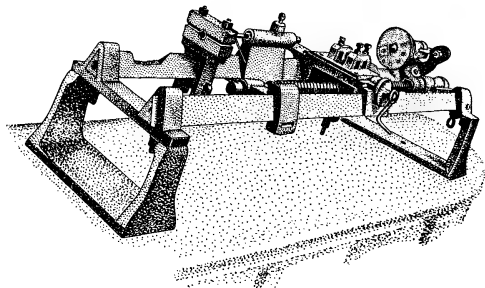


Рис. 42. Токарно-винторезный станок Модсли. 1800 г. Фотография Бенсона с натуры.

всех винтов в мастерской, кроме улучшения качества работы и уменьшения ее стоимости, имели еще одно чрезвычайно важное следствие — появилось первое ограничение произвольности в нарезании того или иного числа ниток на единицу длины винта.

До внедрения специального токарно-винторезного станка во всех изделиях, снабженных резьбой, полностью отсутствовало какое-либо единство, так как каждый винт должен был быть обязательно комплектным лишь со своей собственной гайкой. Поэтому даже в оборудовании, имевшем значительное количество одноименных и одноразмерных винтовых скреплений, их одинаковость не приносила никакой пользы и фактически это были разные, взаимонезаменяемые детали. Вследствие этого монтаж оборудования и его эксплуатация были весьма затруднены. Изготовление винтовых изделий на специальном станке с ограниченным числом возможных резьб создало ограничение ранее неизбежного произвола в выборе типа резьбы.

Модсли, ясно представляя необходимость стандартизации резьбы винтов, ввел у себя на заводе первые ограничения (сверх тех, которые

¹⁰⁷ W. A. S. Benson. The Early Machine Tools of Henry Maudslay. Engineering, vol. 71, 1901, стр. 65—66, фиг. 1.

возникли благодаря появлению специализированного токарно-винторезного станка) и пропагандировал эти мероприятия среди других английских машиностроителей.

Машиностроительная мастерская, а впоследствии, с 1810 г., завод Модсли являлись первоклассной школой для машиностроителей, и современники это ясно понимали. Среди лиц, работавших и учившихся у Модсли, следует отметить ряд особо выдающихся станкостроителей. Это были: Джозеф Клемент (перешедший к Модсли от Брама), который сконструировал замечательный продольно-строгальный станок, Витворт, внедривший стандартизацию винтовых нарезок по разработанной им самим системе, Робертс, Нэсмит и др. Особенно характерным является поступление в обучение к Модсли Нэсмита, образованного человека, который имел возможность сам выбрать себе учителя. Заслуги Модсли в создании кадров машиностроителей, оказавших большое влияние на станкостроение во всем мире, очень велики.

Завод Модсли в 30—40-х годах XIX в. являлся наиболее передовым станкостроительным предприятием. Поэтому большой интерес представляют его описания, данные в 1830 г. управляющим заводом Болтона Муном,¹⁰⁸ а в 1846 г. — профессором Института путей сообщения в Петербурге П. П. Мельниковым.

Как отмечает Мун, на заводе имелось около дюжины токарных станков с чугунными станинами. Большая их часть была снабжена самоходными суппортами. Над станками находились тали для установки и съема тяжелых деталей. Существовал специальный токарный станок для обучения нарезанию винтов. Он приводился в движение вручную, с помощью махового колеса, имевшего в диаметре два фута. Вращение этого колеса, по замыслу Модсли, должно было способствовать развитию мускулатуры правой руки ученика. Почти все остальные станки приводились в движение с помощью ременной передачи от трансмиссии. Двигателем являлась паровая машина. Кроме обычных токарных станков, имелся лоботокарный, несколько продольно-строгальных станков, большой поперечно-строгальный и специальный станок, предназначенный для обточки шеек коленчатых валов. В последнем станке инструмент вращался вокруг неподвижно установленной заготовки.

Более обстоятельно составлено описание завода Модсли-сына проф. П. П. Мельниковым во время одной из его зарубежных командировок. Приводим это описание полностью.

Механические заведения в Лондоне

«Имея в виду посетить примечательнейшие заведения для делания паровых машин в Манчестере, Ливерпуле, Ньюкастеле, Глазгове и проч., я немного уделил времени для посещения механических заведений в Лондоне, где вообще не весьма охотно допускают к подробному обозрению заведений этого рода.

«Заведение Модслея есть одно из обширнейших в Англии; оно пользуется давнишней и весьма заслуженною известностью. К сожалению, не имея убедительной рекомендации самому г. Модслею, я был допущен только к самому поверхностному обзору его заведения. Составные части оного суть: 1) большая литейная с тремя вагранками, одною отражательною печью, одною сушильною и тремя кранами для подъема тяжелых

¹⁰⁸ Junior Institution of Engineers. London, 1914, стр. 167—168.

штук; 2) особенная палата, в которой стругаются и обтачиваются большие части машин; здесь два больших станка для обтачивания и один станок для стругания чугуна; 3) просторная палата для сверления и обтачивания малых частей; 4) котельная мастерская с машиною для продавливания дыр в котельном железе и большим резаком или ножницами для обрезывания железа; 5) просторная зала, в которой собираются и хранятся собранные машины.¹⁰⁹

Приведенные выше описания завода Модсли дополняют друг друга. Проф. Мельников дает перечисление цехов завода, Муи уточняет состав оборудования в цехах для обработки тяжелых и обычных деталей. Из описаний видно, что в это время завод Модсли имел уже все те подразделения, которые имеют и современные нам машиностроительные заводы, т. е. заготовительные, механические и сборные цехи.

Необходимо также отметить, что станки, построенные Генри Модсли, отличались необычайной стойкостью против естественного физического износа. Так, например, на самом заводе Модсли они находились в непрерывной эксплуатации в течение 60—90 лет и были демонтированы только в 1900 г. в связи с ликвидацией наследниками завода Модсли в Ламбете.

Благодаря упомянутой выше статье Бенсона до нас дошли краткие описания и, главное, фотографии некоторых станков завода Модсли, частично упомянутых в приведенных выше описаниях Муи и Мельникова. Ниже приводятся составленные по данным Бенсона описания и фотографии отдельных токарных станков завода Модсли. Другие типы станков будут описаны в соответствующих главах книги.

Станок, бывший в личном пользовании Модсли, имел педальный привод с маховиком, служившим одновременно шкивом. Задняя бабка перемещалась по одной призматической направляющей, расположенной непривычно для нас. Она не лежала на столе и не была совмещена с ним, а опиралась на подставку, установленные на столе. Станина состояла из чугунных колонн, связанных растяжками по диагонали. Крестовый суппорт не был механизирован. К шпинделю была прикреплена делительная шайба таким образом, что она располагалась впереди бабки. Установка делительной шайбы часто встречалась на токарных станках. Наличие ее позволяло, укрепив заготовку зубчатого колеса на шпинделе позади задней бабки, нарезать зубья вручную, перемещая суппорт, и, таким образом, производить работу, выполняемую на зуборезном станке. Бенсон предполагал, что это был именно тот станок, на котором постоянно работал Модсли, обучая юношу Нэсмита, о чем с большой теплотой рассказывал последний.

Отсутствие механизации движения суппорта на личном станке Модсли показывает, что в то время лучшие мастера предпочитали обходиться без этого усовершенствования, полагаясь всецело на свое искусство. Самоходная подача резца на токарных станках осуществлялась только в том случае, если они специально предназначались для нарезания винтов. Такое положение сохранялось в течение длительного времени.

Станки, построенные Модсли, обычно становились объектом копирования или прототипами для создания других станков. Так, например, станок, изготовленный Ричем в 1822 г. в соответствии с описанной выше конструкцией Модсли, представлен в «Политехническом журнале» Динг-

¹⁰⁹ П. П. Мельников. Отчет о путешествии. Англия, Шотландия и Ирландия. Рукопись, Фонд научной библиотеки Ленинградского института инженеров ж.-д. транспорта, № 8392, 1846 г., стр. 111—112.

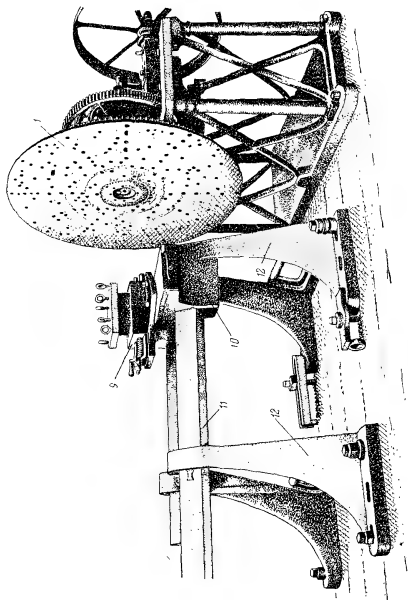
лера за 1827 г. Станок находился в эксплуатации в мастерских в Берлине. Описания сопровождаются подробными чертежами, показывающими отдельные детали устройства. В отличие от станка Модели, станок, изготовленный Ричем, имел лишь более затейливую, следовательно, менее рациональную, станину.¹¹⁰

На рис. 43 изображен тяжелый лоботокарный станок, изготовленный в эпоху Генри Модели и находившийся в эксплуатации на заводе фирмы Модели до ее ликвидации. У этого станка планшайба, на которой укреплялась обрабатываемая деталь, и суппорт совершенно отделены друг от друга. Планшайба 1 была глухо посажена на шпиндель, установленный на обычной в то время литой станине с колонками. Планшайба имела две системы получения различных чисел оборотов. Первая система получала движение от пятиступенчатого шкива с помощью ремня, надетого на приемный шкив 2. На валу приемного шкива 2 сидело зубчатое колесо, которое сцеплялось с зубчатым колесом меньшего диаметра (на рис. 43, а заслонено подшипником). Оно сцеплялось с зубчатым колесом 4, а последнее с венечным зубчатым колесом 5, укрепленным непосредственно на планшайбе 1. Вторая система включалась при перенесении приводного ремня на второй приемный шкив 6. На одном валу с последним сидело зубчатое колесо (на рис. 43, его не видно). Оно могло входить в зацепление с одним из трех зубчатых колес 7, сидевших на шпинделе. Для осуществления контакта между зубчатыми колесами приемного шкива и шпинделя следовало переместить вал приемного шкива вместе с опорами в пазах стола 8 и закрепить в требуемом положении с помощью болтов. Планшайба 1 изрезана множеством отверстий, которые сделаны в ней на протяжении по крайней мере трех четвертей века эксплуатации для прибалчивания разнообразных деталей изготовлявшегося на заводе оборудования.

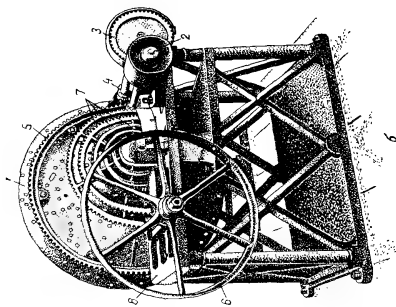
Суппорт 9 был установлен на весьма оригинальной станине. Он был непосредственно связан с траверзой 10, которая могла быть перемещена по мощным направляющим 11, заменявшим также и обычный стол станка, объединяя четыре опоры 12 станины. Опоры 12 могли быть перемещены вдоль линии шпинделя благодаря наличию пазов в фундаментной плите, утопленной до уровня пола. Для закрепления их в нужном положении использовались болты, подкладки и запрещенные в наши дни для применения в этих целях случайные предметы, которые видны на фотографии.

Следует признать, что этот крупный лоботокарный станок, предназначенный для обработки нестандартных корпусных деталей, вполне отвечал своему назначению благодаря большой гибкости в размещении обрабатываемой детали и назначении режимов резания. Действительно, планшайба его достаточно велика, и сверлить ее для получения подходящего размещения обрабатываемых деталей в начале эксплуатации станка не стеснялись, а потом уже и без этого выбор был (как легко заметить на рис. 43, б) более чем достаточным. Планшайба довольно высоко поднята над уровнем пола, что создавало дополнительные удобства для размещения деталей, выходявших своими частями (хотя бы и не требовавшими обработки) за ее габарит. Возможность перемещения ног «станины», траверзы и, наконец, крестовый суппорт еще более расширяли диапазон

¹¹⁰ R e u t h. Beschreibung einer englischen Drehbank. Polytechnisches Journal, Herausgegeben von Dr. J. G. Dingler, Bd. 24, 1827, стр. 214—220, табл. V.



a



b

Рис. 43. Тяжелый лоботокарный станок завода Модсли. 1-я полов. XIX в. Фотография Бенсона с натур. 1-я полов. XIX в. Фотография Бенсона с натур.

размеров деталей, которые возможно было обрабатывать на станке. В этой особенности конструкции станка можно усмотреть зарождение некоторых принципов, на которых основано устройство современных нам станков для обработки корпусных деталей. Гибкость станка в отношении режимов резания была также велика, так как он имел 20 возможных скоростей планшайбы. Длительность установки корпусных деталей на станке компенсировалась разнообразием номенклатуры, столь ценным свойством в индивидуальном производстве.

Описанный тяжелый лоботокарный станок не являлся самым большим из построенных и эксплуатировавшихся Модсли. Бенсон сообщает, что на заводе до последних дней его существования работал гораздо больший токарный станок, но сфотографировать его оказалось невозможно и описание его также не приведено.

В упомянутой статье Бенсона имеется фотография токарно-винторезного станка Модсли с фронтальным размещением ходового винта. Нарезка ходового винта имела весьма малый шаг. На фотографии хорошо видна гитара для установки набора сменных шестерен (которые видны в левом углу) самой примитивной конструкции. Особый интерес представляют элементы «малой механизации», уже имеющиеся на станке. Маточная гайка суппорта оказывалась в сцеплении с ходовым винтом только при действии груза. Если этот груз поднимали с помощью имеющейся на нем рукоятки, то суппорт тотчас уходил в исходное положение под действием другого груза, с которым он был постоянно связан.

Как и в наши дни, во времена Модсли стремились максимально сократить время, затрачиваемое на работы, производившиеся вручную, прежде всего при изготовлении серийной продукции, требовавшей небольшой затраты машинного времени. Данный станок, предназначенный для нарезания болтов, дает этому наглядное подтверждение — у него остроумно автоматизирован отвод суппорта, т. е. работа, на всех других станках выполнявшаяся вручную.

У токарного станка завода Модсли, суппорт которого был приспособлен для обработки сферических поверхностей, заслуживают внимания плоские направляющие и корытообразная литая чугунная станина, опирающаяся на ноги, присоединенные к ней болтами. Ноги поставлены под углом к станине, и это придает конструкции устойчивость. Бабки не были оригинальными. Зато суппорт отличался от обычного крестового тем, что один из двух его винтов был заменен червячным валом, сцеплявшимся с червячным колесом. При вращении червячного вала с помощью

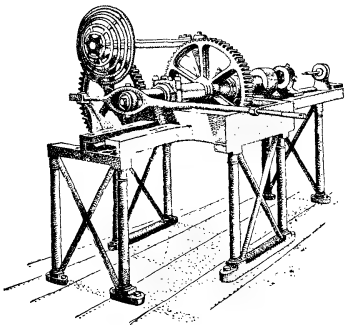


Рис. 44. Гайкорезный станок. Завод Модсли. 1-я полов. XIX в. Фотография Бенсона с натуры.

обычной рукоятки верхняя часть суппорта с резцедержателем начинала вращаться вокруг имевшейся в его центре оси. Это устройство суппорта позволяло изготавливать на станке шары и обрабатывать сферические поверхности.

Ввиду того что в данном разделе много внимания уделено изготовлению винтов, ниже приводится также изображение и краткое описание одного из первых образцов гайкорезного станка.

На рис. 44 представлен станок для нарезания гаек, работавший на заводе Модсли. Его оправка-шпиндель получала возможность продольно перемещаться с помощью рычага с длинной рукояткой. Рычаг был скреплен шарнирно с неподвижной точкой на станине и, также шарнирно, с оправкой, которая при движении рычага скользила в подшипниках. На старинной станине с колонками имелся заводской знак, принятый для ранних станков Модсли. Этот станок является как бы промежуточным звеном между ручным инструментом и машиной.

8. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТОКАРНЫЕ СТАНКИ 20—40-х ГОДОВ XIX в.

Изучение металлорежущего оборудования промышленных предприятий различных стран в 20—40-х годах XIX в. обнаруживает значительную неравномерность уровня его технического развития. Это заметно не только в отношении развития техники отдельных стран, но и в пределах одной страны. Уровень техники значительно различался в отдельных районах одной страны, в различных отраслях промышленности и даже в пределах одного района и одной отрасли в зависимости от рода производимой продукции. Наивысший уровень техники характерен для оружейного производства, представлявшего первую по времени образования отрасль машиностроения, в которой обнаружилась возможность специализации оборудования для выполнения однородных операций. Наиболее примитивны станки ремонтных мастерских и цехов, которые должны были выполнять разнообразные и большей частью несложные работы. Изучение русских токарных станков 20—40-х годов XIX в. особенно важно в силу технических и экономических сдвигов, происходивших в России в этот период. Кроме того, этот период представляет особый интерес потому, что тогда даже на старых заводах запас устаревших металлорежущих станков был ничтожен и поэтому обычно важная роль запаса устаревших «морально изношенных», но еще пригодных к работе станков, задерживавшего развитие техники, была почти незаметна.

В 20—40-х годах XIX в. на Урале, на Выйском заводе Н. Н. Демидова, работало одно из первых частных машиностроительных предприятий в России, изготавливавшее оборудование для всей Нижне-Тагильской группы горных заводов Демидова. Его станочный парк был спроектирован и построен Е. А. и М. Е. Черепановыми,¹¹¹ которые являлись также и бес-

¹¹¹ Черепановы — отец Ефим Алексеевич (1774—1842) и сын Мирон Ефимович (1803—1849) — выдающиеся уральские машиностроители, крепостные заводчиков Демидовых, всю жизнь работавшие только на их заводах. В 1833 г. Е. А., а в 1836 г. М. Е. Черепанову была дана вольная за выдающиеся успехи по улучшению заводского оборудования.

На протяжении первой половины XIX в. ими было построено около 20 стационарных паровых машин, которые они настойчиво внедряли во все области металлургического и горного производства взамен конных и водоедущих приводов. В 1833—1835 гг. они построили первую в России железную дорогу с паровой тягой между Выйским заводом и Медным рудником. Наиболее замечательным в творческой и организа-

сменными руководителями предприятия. Описи оборудования, относящиеся к 1837—1840 гг., показывают, что «Механическое заведение» имело паровую машину, кузнечно-прессовое оборудование и полный комплект металлорежущих станков: 6 токарных, 3 винторезных, 3 сверлильных,



Е. А. Черепанов (1774—1842).

1 зуборезный, 1 продольно-строгальный и точила.¹¹² Эти станки представляют особый интерес, как и оборудование завода Модсли (описываемое

торской работе (как главных механиков) Черепановых является твердое проведение в жизнь идеи производства машин машинами. В этом они видели единственный путь широкого внедрения машин в промышленность. Ими был создан первый на Урале машиностроительный завод при Выйском заводе в качестве машиностроительной базы всех уральских предприятий Демидовых. Здесь они построили множество разнообразных машин для горного, металлургического и машиностроительного производства.

Черепановы были хорошо знакомы с казенными и частными металлургическими и машиностроительными заводами на Урале, в Петрозаводске, Петербурге и Москве. Неоднократно они бывали за границей, в Англии и Швеции, на передовых металлургических и машиностроительных предприятиях, где знакомились с лучшими методами производства и оборудованием. Благодаря осведомленности о достижениях других машиностроителей в России и за границей деятельность Черепановых при всей ее самообытности находилась на уровне передовой техники.

Обширная их переписка с владельцами — Демидовыми, управляющими и контрорами, которая в значительной своей части сохранилась, дает возможность изучить и по достоинству оценить передовые технические идеи этих выдающихся машиностроителей.

¹¹² Ф. И. Бойко. Замечательные русские механики Черепановы. Свердловск. 1952, стр. 22.

в данной книге довольно подробно), так как весь комплект металлорежущего оборудования старинного русского машиностроительного предприятия в техническом отношении до настоящего времени нигде не описывался. Изображения некоторых станков Черепановых были приведены в книге Ф. И. Бойко, но без описаний. Поэтому ниже, в соответствующих разделах книги, будут приведены сохранившиеся чертежи металлорежущих станков Черепановых и дано по возможности подробное их описание. Те станки, чертежи которых были опубликованы Ф. И. Бойко, будут отмечены особо. Остальные чертежи взяты из альбома, хранящегося в Нижне-Тагильском филиале Государственного исторического архива Свердловской обл.¹¹³

На рис. 45 изображен наиболее простой из токарных станков Черепановых. Станок не имел холостого шкива, включение и выключение производились с помощью кулачковой муфты, широко распространенной в то время. Суппорт не был механизирован. Подробности его устройства трудно выяснить из-за схематичности чертежа. Станина была чугунной, так же как и бабки. Материал фасонного чугунного литья распределялся уже довольно целесообразно, с применением ребер жесткости. Остальные токарные станки Черепановых имели более сложную конструкцию.

На рис. 46 представлен типичный для 30-х годов XIX в. токарный станок с двухступенчатым шкивом и зубчатым перебором, так же как предыдущий, входивший в состав оборудования, которым пользовались Черепановы. Этот станок вполне отвечал технологическим задачам, которые он был призван решать. Его устройство было просто и целесообразно. Поэтому подобные ему станки сохранились в производстве вплоть до начала XX в. Некоторая схематичность чертежа не позволяет судить о конструктивных подробностях отдельных деталей, но обращает на себя внимание целесообразное распределение материала (с применением ребер жесткости и отбуртовок) корпусов передней и задней бабок, рациональная грушевидная форма рукояток и некоторые другие особенности сравнительно с другими русскими и иностранными конструкциями.

На рис. 47 изображен токарный станок Черепановых, у которого движение подачи осуществлялось при перемещении самого шпинделя вдоль его оси, т. е. по принципу, использованному еще А. К. Нартовым и описанному им в труде «Театрум Махинарум» (рис. 20, 21). Этот станок был предназначен для выполнения ряда технологических операций: торцовой проточки, расточки, на нем была возможна обычная токарная обточка и даже нарезание резьбы.

Станок приводился в действие от шкива 1 через коническую передачу 2 и шлицевой валик 3. На этом валике могло по шлицу перемещаться зубчатое колесо 4, снабженное с обоих торцов ребрами. Зубчатое колесо 4 сцеплялось с колесом 5, неподвижно сидевшим на шпинделе 6. Последний мог вращаться и перемещаться вдоль своей оси в подшипниках 7. Перемещение шпинделя вдоль оси происходило при вращении рукоятки 8 ходового винта 9, перемещавшегося при этом в гайке 10 и толкавшего шпиндель 6. При этом обрабатываемая деталь, укрепленная в патроне 11, получала движение подачи. Таким образом, зубчатое колесо 5 при движении подачи упиралось в реборду колеса 4 и вело его по шлицевому

¹¹³ ИТФ ГИАСо, ф. 47, Альбом Выйского механического заведения. Альбом был разыскан по нашей просьбе зав. ИТФ ГИАСо Р. И. Шерсткобой, которой автор этих строк выражает глубокую признательность.

валику 3. Наличие конической передачи 2, состоявшей из трех конических зубчатых колес, позволяло реверсировать станок поворотом рукоятки 12.

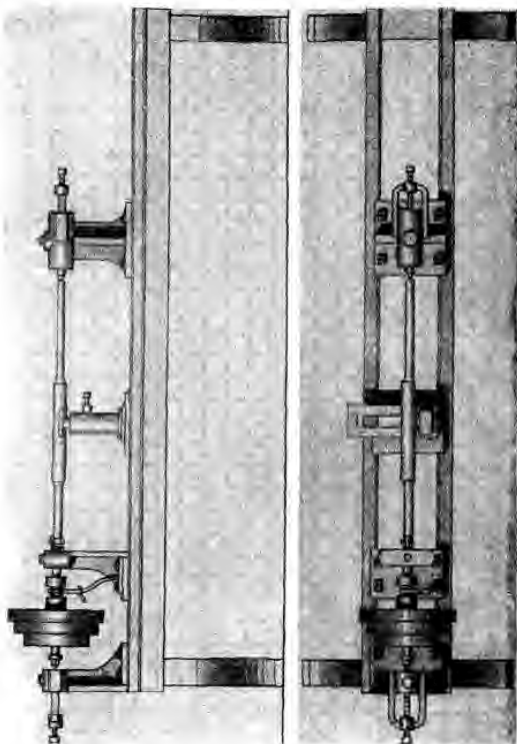


Рис. 45. Токарный станок Черепановых. 1-я полов. XIX в. Альбом Вышневого механического заведения.

На рис. 48 показан тяжелый токарный станок Черепановых. Наибольшая возможная длина обрабатываемой на нем детали могла быть 30 четвертей (5400 мм) при высоте центров 3 четверти (540 мм). Станок этот имел низкую массивную чугунную станину, усиленную ребрами жест-

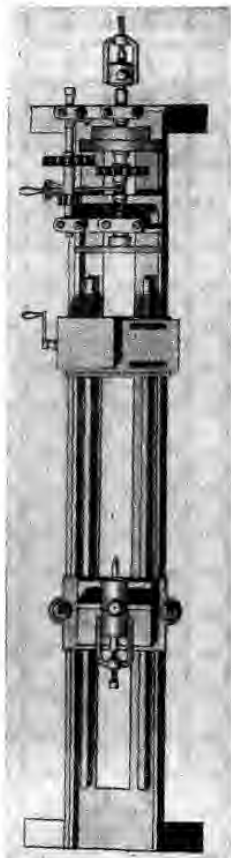
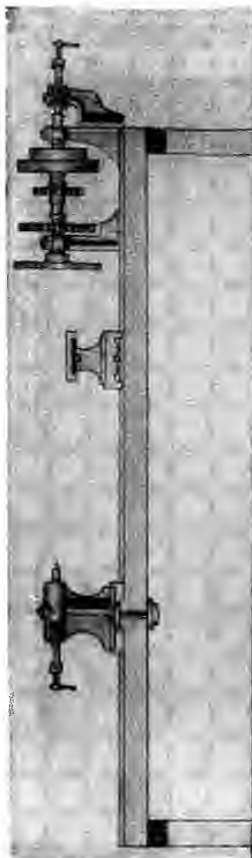


Рис. 46, Товарный станок Чернышова. 1-я полов. XIX в. Альбом Вильского механического заведения.

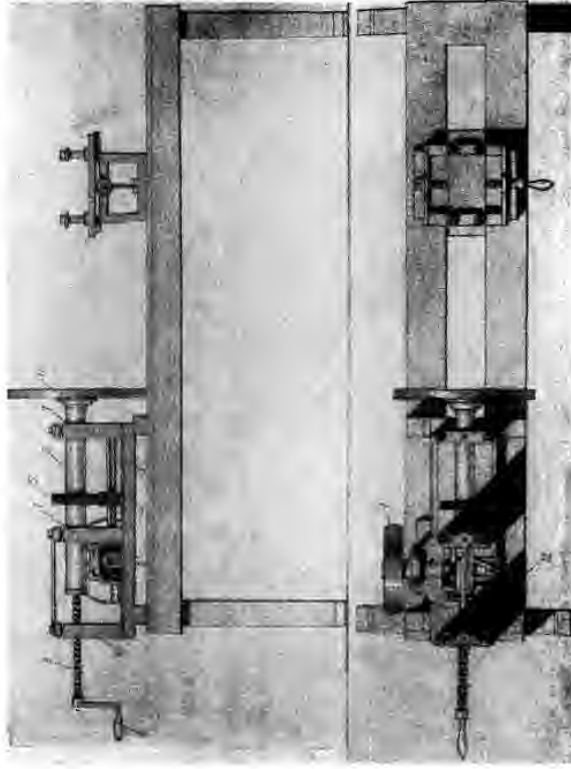


Рис. 47. Лоботонный станок Черепиных, 1-я пол. XIX в. Альбом Військового механічного заводу.

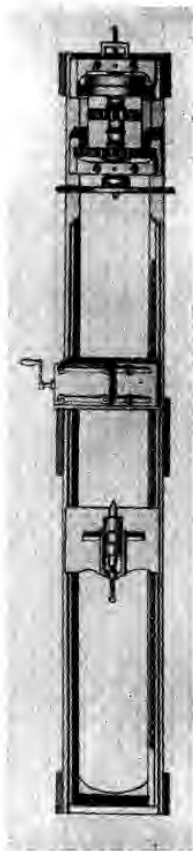
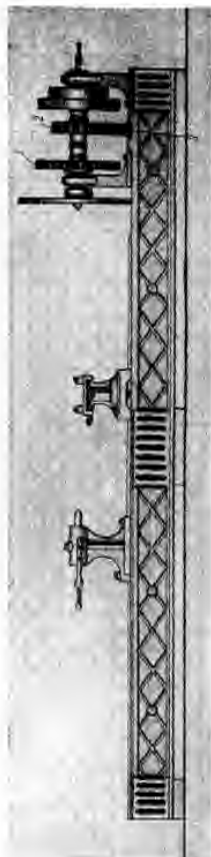


Рис. 48. Тяжелый токарный станок Черепановых. 1-й полет. XIX в. Альбом Вязьского механического завода.

кости. На чертеже видна проложенная по одной из направляющих зубчатая рейка. Тяжелый суппорт мог перемещаться благодаря наличию в нем шестерни вдоль станины при вращении рукоятки. Дошедший до нас чертеж станка, вероятно, не закончен. Наличие на чертеже зубчатых колес 1, 2, 3 заставляет предполагать механизацию движения суппорта и наличие на станке зубчатого перебора.

На рис. 49 изображен лоботокарный станок Черепановых.¹¹⁷ Он получал крутящий момент через шкив 1, связанный с коническим зубчатым колесом 2. Благодаря наличию трех конических колес и кулачковой муфты, широко распространенных в то время, станок мог быть включен на рабочий

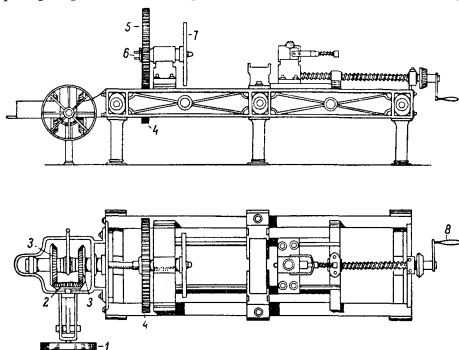


Рис. 49. Лоботокарный станок Черепановых. 1-я полов. XIX в. Альбом Выйского механического заведения.

ход или переведен на холостой. На одном валу с коническими зубчатыми колесами 3 сидело цилиндрическое зубчатое колесо 4, сцеплявшееся с зубчатым колесом 5, посаженным на шпиндель 6. Обрабатываемая деталь крепилась к планшайбе 7. Подача суппорта осуществлялась вручную при вращении рукоятки 8. Таким образом, этот станок, так же как и предыдущие, был довольно примитивен по своей конструкции.

В альбоме металлорежущих станков Механического заведения сохранились еще чертежи двух устройств для нарезания винтов. Одно из них представляет собой установку, позволяющую заменить механическим двигателем мускульную силу рабочего при пользовании винтовальными досками и метчиками. Второе устройство, показанное весьма схематично, представляет собой станок с приемным шкивом и кулачковой муфтой для включения и выключения. Станок был предназначен для нарезания винтов по винту-образцу, т. е. по принципу, широко применявшемуся в первой четверти XIX в.

¹¹⁴ Чертеж станка без описания опубликован в книге Ф. И. Бойко.

На рис. 50 представлен чертеж винторезного станка Черепановых.¹¹⁵ Конструкция станка кажется нам теперь вовсе не соответствующей своему назначению и скорее напоминает расточный станок. Однако это не так. За истекшие со времени его создания примерно 130 лет технологические процессы обработки металлов резанием и конструкции предназначенного для этого оборудования претерпели значительные изменения. Рассматриваемый здесь чертеж несколько не завершен в части устройства для закрепления обрабатываемой детали и установки резцов, чем и может быть вызвано подобное недоразумение. Ниже будет приведено несколько

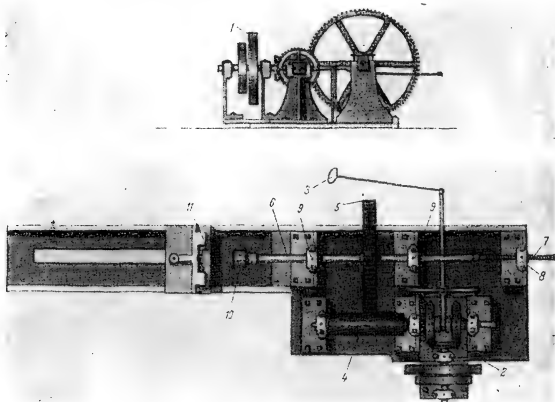


Рис. 50. Винторезный станок Черепановых. 1-я полов. XIX в. Альбом Выйского механического заведения.

конструкций винторезных станков других уральских заводов, чертежи которых будут более полными и подробными, и сделанное здесь утверждение будет доказано.

Станок воспринимал крутящий момент на приемный ступенчатый шкив 1, с которым было связано реверсивное устройство, состоявшее из трех конических зубчатых колес 2 и кулачковой муфты, включавшейся рукояткой 3. Реверсивное устройство передавало крутящий момент широкому зубчатому колесу 4, сцеплявшемуся с зубчатым колесом 5, сидевшим на шпинделе 6. Шпиндель 6 являлся продолжением ходового винта 7, перемещавшегося при вращении в неподвижной гайке 8. Он мог свободно вращаться и перемещаться вдоль своей оси в подшипниках 9. Ширина зубчатого колеса 4 соответствовала длине винта 7. На конце шпинделя 6 был укреплен патрон 10, предназначавшийся для зажимания заготовки

¹¹⁵ Чертеж станка без описания помещен в книге Ф. И. Бойко.

винта. Цифрой 11 обозначен невычерченный подробно суппорт. В нем закреплялись неподвижно резцы (обычно два), которые выбирали в обрабатываемой детали за несколько проходов винтообразное углубление. При обратном ходе резцы снимали. Суппорт мог быть установлен и закреплён в любом месте станины, в зависимости от длины нарезаемого винта. Понятно, что при наличии одного образцового ходового винта мог нарезаться только один соответствующий ему винт. Вероятно, надобности в большом разнообразии винтов не имелось. В том же случае, если она возникала, требовалось устанавливать другие ходовые винты.

Этот станок был примитивным. Но, судя по тому, что станки такого типа были широко распространены, они являлись достаточно удобными для сравнительно ограниченных потребностей машиностроения, предназначенного для обслуживания нужд горных заводов. Габариты станка: длина 24 четверти (4320 мм), ширина 9 четвертей (1620 мм), высота 5 четвертей (900 мм), высота оси шпинделя над станиной 2 четверти 2 вершка (450 мм), длина парезанной части ходового винта 2 четверти 3 вершка (500 мм).

Рассмотрение конструкций токарных станков Механического заведения Черепановых позволяет сделать вывод о том, что эти станки соответствовали уровню техники своего времени и отвечали своему технологическому назначению. Их конструкции были весьма своеобразны. Станки Черепановых позволяли выполнять все работы, связанные с изготовлением деталей горного и машиностроительного оборудования, а также паровых машин.

Конечно, не один только заводчик Н. Н. Демидов имел потребность в создании цехов для ремонта и изготовления деталей оборудования, а иногда и в постройке целых машин заводов. Многие крупные казенные и частные заводы имели токарные металлорежущие станки, причем нередко своей собственной, оригинальной конструкции. Необходимость в конструировании оригинальных специализированных станков возникала также иногда и в основном производстве вследствие особенностей заказанной заводам продукции. В ряде архивов сохранились чертежи некоторых из токарных металлорежущих заводских станков. Они вместе с составленными к ним описаниями приводятся ниже, так как их изучение позволяет составить лучшее представление об уровне техники производства на русских горных заводах.

Токарный станок (рис. 51), специально приспособленный для обточки больших чугунных чаш диаметром 4 фута (1200 мм), был разработан и сооружен в 20-х годах XIX в. на Ревдинском заводе Демидовых.¹¹⁶ Станина состояла из деревянных брусьев. При черновой обточке крутящий момент принимался на шкив 7, расположенный непосредственно на шпинделе 3. При чистовой обработке движение получал другой шкив 7, сидящий на одном валу с зубчатым чугунным колесом 6. Наличие кулачковой муфты 8 позволяло легко и быстро выключить станок. Зубчатое колесо 6 сцеплялось с колесом 5, сидевшим на шпинделе 3. Последний поддерживали подшипники 4. Шпиндель нес на конце медный патрон 9, к которому был прикреплен деревянный патрон 10, а уже к нему крепи-

¹¹⁶ ЦГИАЛ, ф. 37, оп. 63, д. 102, Планы Ревдинского завода Демидовых, л. 23, «План и фасады токарному стану». Подпись шихтмейстера. «сочинившего» станок, неразборчива.

лась обрабатываемая деталь — чугунная чаша. На станине станка была установлена чугунная подставка 12 подручника, который в плане имел очертание, соответствовавшее половине чаши. Укрепленная на патроне чаша вращалась, и, перемещая резец по подручнику, можно было обточить ее снаружи с достаточной степенью точности.

На рис. 52 изображен станок, работавший на уральском Нижне-Иргинском заводе Кнауфа в конце 20-х годов XIX в.¹¹⁷

Станок получал движение от трансмиссии через отдельный контрпривод, который, судя по наличию свепивающейся отводки с грушевидной

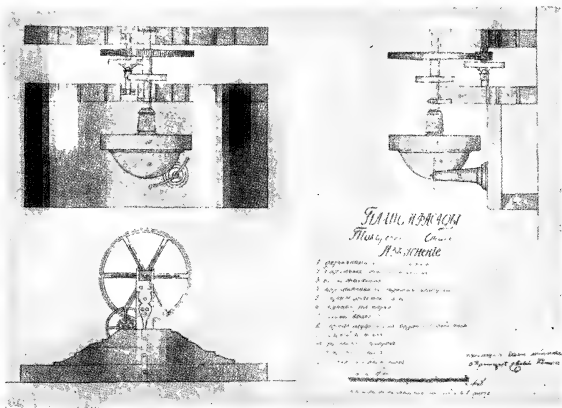


Рис. 51. Специализированный токарный станок Ревдинского завода. 20-е годы XIX в. Заводской чертеж.

рукояткой 1, имел холостой шкив. Как обычно в этого рода станках, здесь имелся приемный шкив 2, реверсирующий механизм из трех конических зубчатых колес 3, широкое зубчатое колесо 4, находившееся в зацеплении с зубчатым колесом 5, сидевшим на шпинделе 6. Последний мог вращаться и перемещаться вдоль своей оси в подшипниках 7. Шпиндель был жестко соединен на одном конце с ходовым винтом 8, перемещавшимся при вращении шпинделя в неподвижной гайке 9 и перемещавшим при этом шпиндель. На другом конце шпинделя имелся патрон 10, в котором укреплялась заготовка винта 11. На стойке 12 располагались самоцентрирующие станочные тиски рациональной конструкции. Но эти тиски служили не для закрепления обрабатываемой детали. Каждая из губок тисков являлась суппортом, в котором укреплялся резец. Одинаковая подача рез-

¹¹⁷ ЦГИАЛ, ф. 37, оп. 63, л. 109, Нижне-Иргинский завод Кнауфа, л. 11, «План Иргинского г. Кнауфа завода винторезной машине».

цов достигалась при вращении рукоятки 13. Тогда начинали вращаться зубчатые колеса 14, сидевшие на одном валу. С ними находились в зацеплении два одинаковых зубчатых колеса 15, посаженных каждое на отдельный ходовой винт. При вращении винтов начинали симметрично пере-

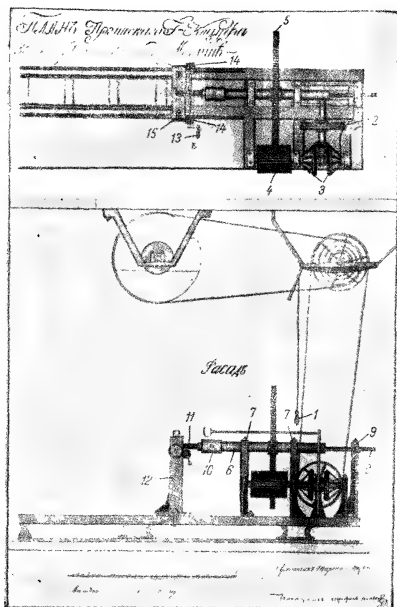


Рис. 52. Винторезный станок Нижне-Иргинского завода 20-е годы XIX в. Заводской чертеж.

мещаться в общей прорези их гайки, к которым были прикреплены суппорты с винтами. Заготовка 11 перемещалась так, что резцы снимали стружку заданной глубины. Затем, с помощью реверсивного механизма 3 заготовка возвращалась в исходное положение. Рукояткой 13 производили требовавшуюся подачу резцов и затем отводили резцы от заготовки и осуществляли реверс. После этого снимали следующий слой металла. Ширина зубчатого колеса 4 соответствовала длине ходового винта 8.

Следует отметить, что на этом станке, кроме холостого шкива в контрприводе и оригинального сдвоенного суппорта, конические зубчатые колеса реверсивного механизма выполнены не сплошными, массивными, а облегчены тем, что их венцы снабжены ребрами, расположенными по образующей усеченного конуса.

Наряду с введенным Модсли самоходным суппортом для механического нарезания винтов долгое время успешно применялись другие конструкции. Напомним, что еще Плюмье предложил способ механизации нарезания винтов. Для этого к заготовке припаивался другой винт, обеспечивавший движение подачи. Понятно, что шаг нарезаемого винта мог быть только соответствовавшим припаянному. Так как надобности в большом разнообразии изготавливаемых винтов в повседневной производственной жизни горного завода не возникало, то примитивный способ конца XVII в. лег в основу конструкций многих станков первой половины XIX в. Конечно, конструктивное оформление этих станков отличалось от описанных Плюмье и соответствовало своему времени. Такие станки выше были показаны среди оборудования Выйского механического заведения. Но эти традиции в конструировании винторезных станков были очень живучи. Как будет показано ниже, талантливые конструкторы продолжали использовать идею Плюмье, снабжая такие станки даже набором сменных зубчатых колес.

На рис. 53 изображен токарно-винторезный станок для изготовления винтов средних размеров. Этот станок был изготовлен в 1829 г. на Луганском заводе и длительное время находился в эксплуатации.¹¹⁸ Его конструктор и строитель — заводской механик унтер-шихтмейстер 1-го класса Леонтий Изгоров.

Заготовка 1, на которой должна была быть нанесена винтовая нарезка, одним концом зажималась в патроне 2. Другой ее конец был заключен в задней бабке, служившей одновременно неподвижным суппортом 3, который можно было перемещать при наладке станка для изготовления винта данной длины по направляющим станины. Одна из направляющих была призматической, другая — плоской, имевшей вид бруска квадратного сечения. Нарезание производилось с помощью резцов, заключенных в неподвижном суппорте 3, подача которых осуществлялась при вращении рукоятки 4. Подача заготовки при вращении шпинделя 5 происходила вследствие перемещения винта 6 в неподвижной гайке 7.

Главное движение, вращение шпинделя 5, осуществлялось с помощью зубчатого колеса 8, которое постоянно находилось в зацеплении с зубчатым колесом 9, имевшим значительную ширину. Благодаря последнему обстоятельству перемещения шпинделя 5 вдоль своей оси не выводили колеса 8 и 9 из зацепления друг с другом. Станок приводился в действие через трехступенчатый шкив 10 и далее через коробку конических зубчатых колес 11. Прямой и обратный ход станка получали при повороте рукоятки 12 и далее через замкнутую систему четырех зубчатых колес 13. Высота оси шпинделя над станиной станка 1 фут 3 дюйма (457 мм), длина нарезанной части ходового винта 2 фута 3 дюйма (686 мм).

В отношении оформления конструкции этот станок можно считать достаточно совершенным. Особенно следует отметить наличие в нем устройства для механизации холостого хода. Несомненно, что станок успешно выполнял свои функции, но, конечно, отсутствие механизированного суп-

¹¹⁸ ЦГИАЛ, ф. 37, оп. 9, д. 687, О строении машин, л. 135, «Чертеж среднему винторезному станку».

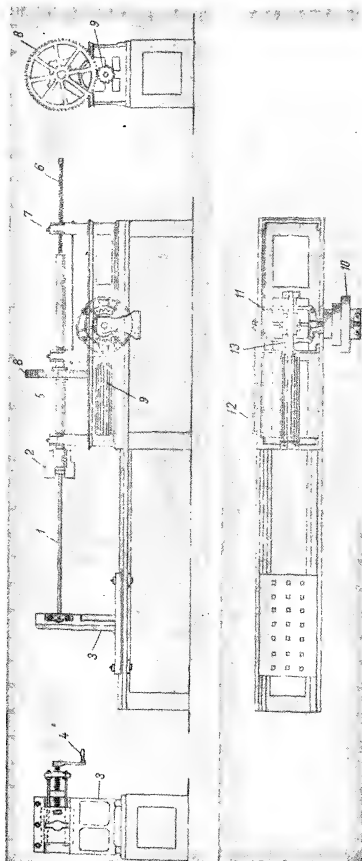


Рис. 53. Винторезный станок Луганского завода. 1829 г. Заводской чертеж.

порта лишало конструкцию такого станка перспектив дальнейшего усовершенствования.

Станки аналогичной конструкции встречались и на других заводах. Например, чертеж подобного станка имеется в альбоме оборудования Нижне-Иргинского завода на Урале.¹¹⁹

На рис. 54 представлен винторезный станок, который был установлен на Ревдинском заводе Демидовых в конце 20-х годов XIX в.¹²⁰ Он был предназначен для нарезания крупных винтов и имел следующие размеры: высота центра шпинделя над уровнем станины 1 фут 9 дюймов (533 мм), длина нарезной части ходового винта 1 фут 7 дюймов (483 мм), диаметр шпинделя 3 дюйма (76 мм). Этот станок, хотя в основе его конструкции лежали те же принципы, что и у других винторезных станков его времени, имел некоторые особенности, которые делают необходимым его подробное описание.

Станок был установлен на тяжелых деревянных брусках 1, на которые опиралась чугунная рама 2 с полозьями. Ходовой винт 5 был соединен со шпинделем 6, имевшим две канавки. Шпиндель мог вращаться и перемещаться вдоль своей оси в подшипниках. Наличие на нем канавок позволяло соединить его с зубчатым перебором. На конце шпинделя был укреплен патрон 11. В последнем с помощью винтов 12 зажималась заготовка винта 13.

До сих пор описывались узлы и детали, которые уже встречались неоднократно на других винторезных станках. Чертеж данного станка показывает во всех подробностях само устройство для нарезания винта, которое на описанных выше чертежах не встречалось, и поэтому он особенно интересен. На станину 2 станка ставилась каретка 24, которая имела посредине зубчатую рейку. Эта рейка находилась в зацеплении с зубчатым колесом 20, которое приводилось в движение при вращении зубчатого колеса 21, сидевшего на одном валу со штурвалом 22, вынесенным наружу. Таким образом, каретка могла, опираясь на полозья, перемещаться при установках вдоль станины. На каретке 24 была укреплена стойка 25, к которой прикреплялись резцы. Во время рабочего хода станка заготовка перемещалась сквозь стойку и нарезалась. Стойка 25 служила для установки чугунной доски 26, на которой тремя скобами поддерживались два резца 27. Их подача регулировалась винтами 28 после каждого прохода. Каретка 24 имела несколько рядов гнезд, в которых крепилась стойка 25 в зависимости от длины нарезаемого винта.

Рассмотрение ряда винторезных станков, произведенное выше, показывает, что в 20—40-х годах XIX в. принцип непосредственного соединения ходового винта со шпинделем на одной прямой пользовался значительным распространением и движущийся суппорт токарно-винторезного станка не представлялся таким необходимым узлом, как это нам кажется теперь.

К 1829 г. относится еще одна конструкция токарного станка, разработанная и осуществленная на Луганском заводе механиком Л. Изгоровым (рис. 55).¹²¹ Этот оригинальный станок предназначался для «нарезки прессовых винтов» (как значится на чертеже). На нем было возможно не

¹¹⁹ ЦГИАЛ, ф. 37, оп. 63, л. 109, Нижне-Иргинский завод Кнауфа, л. 12, «План Иргинского г. Кнауфа завода токарной и сверлильной машинам».

¹²⁰ ЦГИАЛ, ф. 37, оп. 63, л. 102, Планы Ревдинского завода Пермской губернии (Демидовых), л. 26, «План и разрезы винторезной машины».

¹²¹ ЦГИАЛ, ф. 37, оп. 9, д. 687, О строении машин, л. 149, «Чертеж станку для нарезки прессовых винтов».

*Таблица
Винторезный станок.
Н. К. Ковалев.*

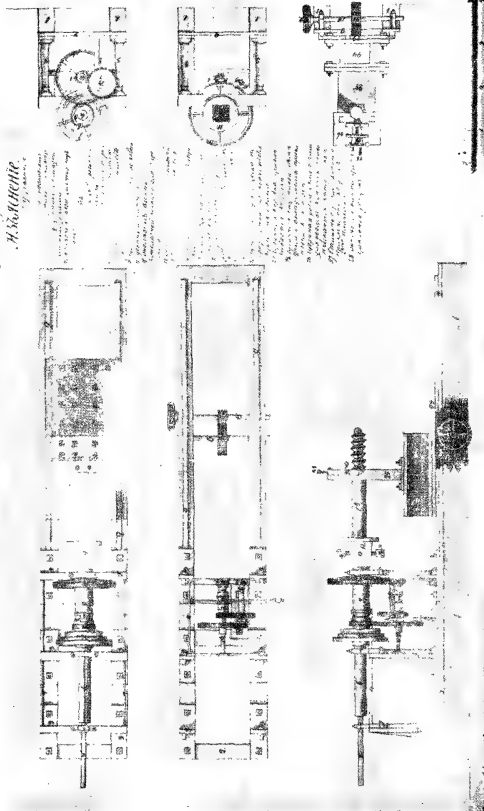


Рис. 54. Винторезный станок Ревдинского завода. 20-е годы XIX в. Заводской чертёж.

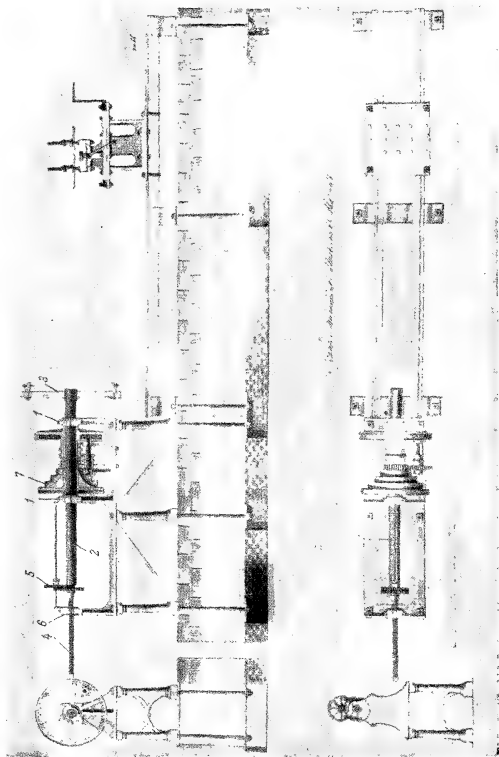


Рис. 55. Винторезный станок Луганского завода. 1829 г. Заводской чертёж.

только нарезание наружной резьбы на деталях значительной длины и сложной конструкции, но также и нарезание резьбы внутри крупных цилиндров. Высота шпинделя над уровнем направляющих, на которых закрепляется суппорт, 2 фута 8 дюймов (813 мм), длина направляющих, определяющая наибольшую длину обрабатываемой детали, 14 футов (4267 мм). Несомненно, что при обработке длинных деталей пользовались люнетом, но на чертеже как принадлежность он не показан.

Немеханизированный крестовый суппорт мог быть установлен и закреплен хомутами, стягиваемыми болтами, в любом месте направляющих в зависимости от вида обрабатываемой детали. Направляющие были изолированы от других частей станка, но установлены на одном с ним каменном фундаменте. Это благодаря уменьшению вибраций должно было положительно сказываться на качестве обработки. Одной из особенностей станка являлось то, что подлежащая нарезанию деталь продвигалась мимо неподвижно установленного суппорта с резцом, а не наоборот, как это было обычно в английских станках со времен Модсли.

Станина станка была собрана на болтах из чугунных отливок и железных растяжек. Для скрепления с мощным фундаментом были применены очень крупные фундаментные болты. Обращает внимание то, что последние не были наглухо заделаны в фундаменте, а к ним имелся доступ, благодаря чему болты можно было подтягивать.

В подшипниках 1 мог свободно вращаться и перемещаться вдоль своей оси шпиндель 2. На одном его конце был неподвижно посажен патрон 3, а другой конец входил в уширение ходового винта 4, которое служило как бы подшипником. Передача движения от шпинделя 2 к ходовому винту 4 осуществлялась через сменные зубчатые колеса 5. Таким образом, ходовой винт 4, упираясь в гайку 6, толкал шпиндель 2 и заставлял его перемещаться с той или иной скоростью в зависимости от комбинации сменных зубчатых колес. Шпиндель 2 приводился в действие от трансмиссии через четырехступенчатый шкив 7 и зубчатый перебор, одна из пар которого была довольно сложной для изготовления, так как имела внутреннее зацепление, но это делало всю конструкцию более компактной.

Описанный станок мог быть использован для большого количества разнообразных токарных, сверлильных и расточных работ на корпусных деталях весьма разнообразной конфигурации, что делало его ценной единицей оборудования на машиностроительном заводе широкого профиля, каким был Луганский завод. Конструкция станка основывалась на лучших достижениях первой четверти XIX в. — механизации нарезания резьбы, наличии набора сменных зубчатых колес и зубчатого перебора, причем все эти узлы были оригинально оформлены в конструктивном отношении.

На Тульском оружейном заводе к концу первой четверти XIX в. сложилось передовое производство с прекрасно разработанной технологией и были построены новые специализированные станки, превосходившие все, что тогда знала мировая техника. Эти преобразования связаны с деятельностью знатока отечественной и мировой техники акад. И. Х. Гамеля (1788—1862). Его работы в области машиностроения начались в 1821 г. с изучения предприятий Московского промышленного района (губерний Московской, Тульской, Рязанской, Орловской). Гамель более других заинтересовал Тульский оружейный завод, являвшийся главным поставщиком оружия русской армии. Он был старейшим оружейным заводом в России, производство на нем было поставлено образцово, и он служил местом подготовки кадров для других заводов страны. Исследованию тех-

ники и технологии производства на Тульском заводе Гамель посвятил много времени и труда, результатом чего была книга, изданная в 1826 г.¹²²

Изготовление оружия было единственным массовым машиностроительным производством, и поэтому в нем впервые возникали и разрешались вопросы создания специализированных станков, изготовления взаимозаменяемых деталей и ряд других. Опыт Тульского завода в этом отношении приобрел влияние на другие отрасли машиностроения, когда они в своем развитии достигали уровня, на котором могли возникнуть аналогичные проблемы. Поэтому труд И. Х. Гамеля имел важное значение для развития конструкций металлорежущих станков.

В предисловии книги отмечено, что Тульский оружейный завод «уже издавна славился, а в последние восемь лет улучшен так, что по части искусственной¹²³ ныне ни один оружейный завод в свете с оным сравниться не может». Книга состоит из двух частей. Первая часть, историческая, занимает 145 страниц. Значение этой части работы И. Х. Гамеля весьма велико. Достаточно сказать, что фундаментальное исследование по истории тульских и каширских заводов¹²⁴ основано преимущественно на книге и материалах архива Гамеля. Во второй, основной, части книги дано краткое описание зданий и сооружений завода, административного устройства, состава рабочей силы, снабжения и сбыта, и, наконец, центральное место занимает последовательное изложение технологических процессов изготовления огнестрельного и холодного оружия, сопровождаемое описанием применяемого для этого оборудования. И. Х. Гамель описал 122 технологические операции, 33 единицы оборудования, из них 28 специальных металлорежущих станков.

Особое внимание при рассмотрении технологических процессов производства оружия И. Х. Гамель справедливо уделил взаимозаменяемости деталей, которая на Тульском оружейном заводе была достигнута с его помощью благодаря широкому внедрению штамповки и специализированных станков. Он писал, что Николай I при посещении завода велел разобрать несколько наугад взятых однотипных ружей, смешать их части и из смешанных частей собрать ружья вновь. Все ружья, собранные тут же из разных частей, оказались вполне исправными.

Любопытна история многочисленных, прекрасно выполненных иллюстраций к книге И. Х. Гамеля, изображающих машины. Все они сделаны Илларионом Федоровым, приписным (крепостным) крестьянином Кирицкого чугунного завода, специфический художественный дар которого был обнаружен Гамелем во время пребывания на этом заводе. Гамель ходатайствовал об освобождении И. Федорова от крепостной зависимости и добился этого.

Книга И. Х. Гамеля о Тульском оружейном заводе заслуживает специального исследования. В «Очерках» рассмотрена лишь небольшая часть описанных в ней станков.

Весьма существенно сведения, сообщаемые И. Х. Гамелем о применении в промышленности России токарных станков с механическим суппортом. Гамель указывал, что такие станки были построены на Петербургском заводе Берда в 1813 г. в количестве 20 штук и переданы на Тульский

¹²² И. Г а м е л ь. Описание Тульского оружейного завода, в историческом и техническом отношении с планами и изображениями оружия и машин на 42 листах. М., 1826.

¹²³ По части оборудования.

¹²⁴ Н. Б. Б а к л а н о в, В. В. М а в р о д и н, И. И. С м и р н о в. Тульские и Каширские заводы в XVII в. М.—Л., 1934.

оружейный завод, на котором часть их находилась в эксплуатации еще в 1825 г. Относительно наличия и устройства их механического суппорта И. Х. Гамель писал:

«Укрепляемый в коробке резец, посредством проходящего сквозь оную винта, движется вдоль по корыту от одного конца ствола (обрабатываемая на станке деталь, — *Ф. 3.*) к другому, обрезывает вертящийся между тем около своей оси ствол».¹²⁵

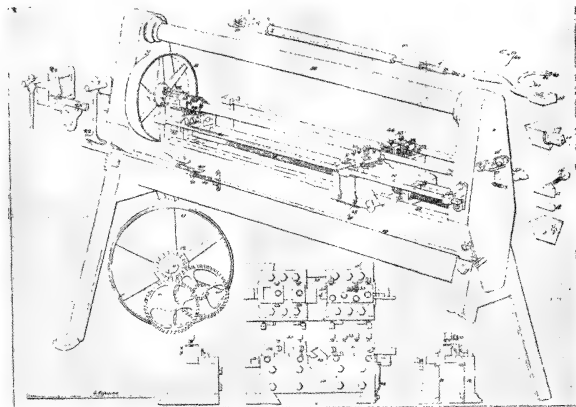


Рис. 56. Токарный станок с механизированным суппортом, автоматическим остановом, стружколомателем и подачей охлаждающей жидкости. Конструкция П. Д. Захаво. 1812—1825 гг. По И. Х. Гамелю.

В 1812 г. П. Д. Захаво создал замечательный специализированный токарный станок,¹²⁶ подробно описанный Гамелем. Чертеж станка представлен на рис. 56.

Станок имел механический суппорт (в котором закреплялся, кроме резца, еще и стружколоматель), следящий люнет, автоматический останов и устройства для подачи охлаждающей жидкости. Эти устройства на станке промышленного назначения здесь встречаются впервые. Поэтому ниже сообщаются некоторые подробности устройства станка.

Станок был специализирован для выполнения только одной операции в массовом производстве — обточки ружейного ствола. Станина станка была литой. Его бабки были связаны или, вернее, расперты мощным бруском. Это было необходимо ввиду применения оригинального способа уста-

¹²⁵ И. Г а м е л ь, ук. соч., стр. 155.

¹²⁶ В. Н. А ш у р к о в. Тульские мастера оружейного дела. Тула, 1952, ссылка 52: Тульский областной государственный исторический архив, ф. 187, д. 1847, л. 123.

новки обрабатываемой детали на оправке — пруте, сильно растянутом между бабками. Наличие бруса устраняло изгиб, неизбежный при зажатии длинной и тонкой оправки между центрами станка. Рассмотрим прежде всего устройство механического суппорта. Он перемещался по двум направляющим станины между двумя симметричными копирувальными линейками, вынесенными на специальных кронштейнах. Суппорт приводился в движение с помощью маточной гайки 38, передвигающейся по ходовому винту 39. Гайка была вынесена в сторону от суппорта. Это следует отнести к недостаткам устройства, поскольку такое конструктивное решение снижает жесткость. Ходовой винт, осуществлявший движение подачи, был связан с приводным шкивом зубчатой передачей 40.

На корпусе 30 суппорта перпендикулярно линии центров были прорезаны пазы, в которых могли перемещаться туго пригнанные салазки с установленными на них симметрично резцедержателем (слева от ствола) и упором — скользящим люнетом, предотвращавшим изгиб ствола под действием сил резания (справа от ствола). Устройство салазок было вызвано необходимостью получения конической формы наружной поверхности ружейного ствола. Салазки были снабжены фиксирующими пружинами 42.

В резцедержателе рядом с резцом 31 зажимался стружколоматель. И. Х. Гамель в описании станка отмечает его цифрой 51, но на чертеже цифра не проставлена. Это первый стружколоматель во всей истории резания металлов. Включение и выключение механического суппорта осуществлялись при соединении и отсоединении зубчатого колеса 12 от приводного шкива 9. Зубчатое колесо 12 было выполнено как одно целое с муфтой, которая с помощью соединения в форме ласточкина хвоста могла подключаться к шкиву 9. Последний работал как холостой до тех пор, пока к нему не подключалась муфта с зубчатым колесом 12.

Для включения механического суппорта и одновременно приведения во вращение обрабатываемой детали служила тяга 19 с рукояткой в виде петли. При движении тяги 19 перемещалась короткая зубчатая рейка и сцеплявшийся с нею зубчатый сектор 22. Качания последнего вызывали включения — выключения муфты с зубчатым колесом 12. Автоматическое выключение станка наступало тогда, когда палец 48, укрепленный на механическом суппорте, сталкивался с собачкой 20 и приподнимал ее. При этом пружина 49 освобождалась и перемещала тягу 19 в направлении, обратном тому, в котором она перемещалась при включении станка. Отвод суппорта осуществлялся вручную. При этом маточная гайка 38 с помощью винта и барашка отсоединялась от ходового винта 39.

Устройство резервуара 43 для охлаждающей жидкости пояснений не требует. Интересно устройство для смазывания наружной поверхности обрабатываемого ружейного ствола жидким («квашинным») салом. Здесь смазка была особенно необходима в связи с наличием упора, воспринимавшего силы резания. Небольшой сосуд 44 со смазкой оканчивался желобком 45, покрытым «ветошкой». Желобок все время прижимался к вращавшемуся стволу с помощью рычажка 46 и груза 47. Описанный станок конструкции П. Д. Захаво¹²⁷ безусловно являлся наиболее автоматизированным и совершенным не только в России, но и в других странах.

¹²⁷ Захаво Павел Дмитриевич (1779—1839) — механик Тульского оружейного завода с 1809 по 1839 г. Являлся конструктором и строителем большинства специализированных металлорежущих станков оружейного производства. Деятельность П. Д. Захаво содействовала тому, что завод к концу первой четверти XIX в. являлся наиболее механизированным и автоматизированным предприятием машиностроения не только в России, но и за границей.

Не только Тульский, но и другие оружейные заводы России в первой половине XIX в. участвовали в создании прогрессивных конструкций токарных металлорежущих станков, как специальных, так и универсальных.

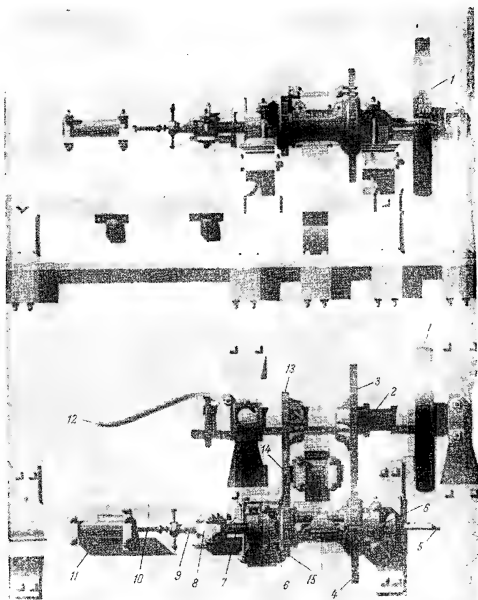


Рис. 57. Винторезный станок Александровского завода (г. Петрозаводск). 1827 г. Заводской чертеж.

На рис. 57 представлена копия чертежа станка для нарезки пушечных винтов на Александровском пушечном заводе (в Петрозаводске), снятая в апреле 1827 г. с подлинника маркшейдерским учеником Медведевым.¹²⁸ Станок получал движение от шкива, сидевшего на одном валу 2 с зубчатым

¹²⁸ ЦГИАЛ, ф. 37, оп. 63, д. 34. Планы Александровского пушечно-литейного и Кончезерского завода Олонецкого округа, л. 31, «Чертеж машины для резки пушечных и карронадных винтов при Александровском пушечном заводе».

колесом 3, находившимся в зацеплении с зубчатым колесом 4. Последнее было посажено на шпindel 5, который мог вращаться и перемещаться вдоль своей оси в подшипниках 6. Одно целое со шпинделем 5 составлял ходовой винт 7, перемещавшийся в неподвижной гайке 9. В ходовом винте 7 закреплялась заготовка винта 10, проходившая в процессе обработки через винторезное устройство 11.

Реверсирование хода станка достигалось при перемещении рукоятки 12. При этом зубчатое колесо 13, сидевшее на валу 2, вступало в контакт с паразитным зубчатым колесом 14, которое в свою очередь входило в зацепление с зубчатым колесом 15, посаженным на шпинделе 5. Колесо 15 становилось ведущим взамен зубчатого колеса 4 и вследствие наличия паразитного колеса 14 вращало шпиндель в противоположном направлении.

На рис. 58 представлена копия чертежа токарного станка для обточки шеек чугунных прокатных валков на Александровском пушечном заводе в Петрозаводске, снятая в ноябре 1826 г. мастером Петром Ефимцовым.¹²⁹

Станок получал движение от контрпривода, утопленного почти до уровня станины станка. На контрприводе имелся малый шкив 1 и большой шкив 2. Приемный шкив 3 на ступке по диаметру был значительно меньше контрпривода 2. Поэтому для получения достаточного угла охвата приводной ремень был наложен крестообразно. Часть вала, на котором сидел шкив 3, являлась червячной. Червячный вал 4 находился в зацеплении с червячным колесом 5, посаженным непосредственно на шпиндель. Обрабатываемый валок 6 зажимался между специальной формы патроном 7, связанным со шпинделем, и обычным центром задней бабки 8. Обработка шеек осуществлялась с помощью немеханизированного суппорта. Включение и выключение станка производились рукояткой 10.

На рис. 59 представлен чертеж с натуры универсального металлорежущего токарного станка Александровского пушечного завода в Петрозаводске, выполненный унтер-шихтмейстером 1-го класса Чебаевским в январе 1828 г.¹³⁰ Станок имел высоту центров 1 фут 6 дюймов (457 мм) и расстояние между центрами 5 футов 6 дюймов (1677 мм). Станина станка состояла из соединенных болтами чугунных отливок. Движение получал четырехступенчатый шкив. Следующим узлом в кинематической цепи был зубчатый перебор. Обрабатываемые детали закреплялись на одном конце центром и поводковым патроном, а на другом — центром задней бабки. Суппорт станка был немеханизированным.

Таким образом, к концу 20-х годов XIX в. на русских заводах, так же как и в Западной Европе, токарные станки приобрели уже все те основные черты, какие они сохраняли в дальнейшем вплоть до начала XX в.

На рис. 60 представлен чертеж станка для сверления ладыг и нарезки винтов орудийных лафетов. Станок был сконструирован в 30-х годах XIX в., вероятно, для Петербургского арсенала берг-гауптманом 6-го класса М. Кларком, техническим руководителем Александровского литейного (машиностроительного) завода в С.-Петербурге.¹³¹

¹²⁹ ЦГИАЛ, ф. 37, оп. 63, д. 34, Планы Александровского пушечно-литейного и Кончезерского завода Олонцкого округа, л. 38. «Чертеж машины, употребляемой для обточки шеек чугунных валков при Александровском пушечном заводе».

¹³⁰ ЦГИАЛ, ф. 37, оп. 63, д. 34, Планы Александровского пушечно-литейного и Кончезерского завода Олонцкого округа, л. 40, «Чертеж чугунному токарному станку для точки разных металлических изделий при Александровском пушечном заводе».

¹³¹ ЦГИАЛ, ф. 1424, оп. 4, д. 989, л. 1, «Машина для сверления ладыг и нарезки винтов».

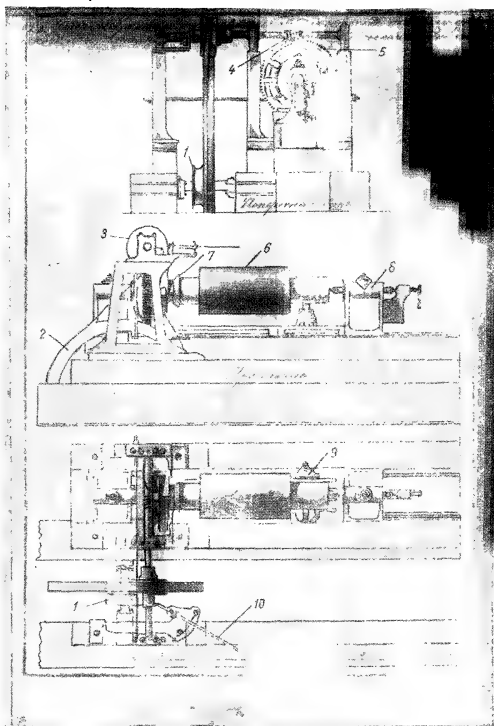


Рис. 58. Токарный станок Александровского завода (г. Петрозаводек).
1826 г. Заводской чертёж.

Станок предусматривал **ручной индивидуальный привод**, применение которого устарело, но иногда встречалось. Вспомним, что примерно в то же время токарно-винторезный станок с ручным приводом работал и на передовом заводе Модсли.

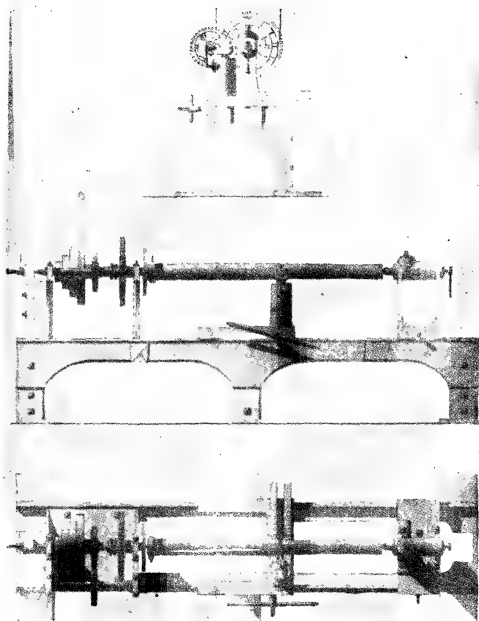


Рис. 59. Токарный станок Александровского завода (г. Петрозаводск).
1828 г. Заводской чертеж.

Движение получал один из двух шкивов, связанных ременной передачей соответственно с двумя шкивами контрпривода. Одна пара шкивов была связана обычно наложенным ремнем, а другая пара — ремнем, наложенным перекрестно. Поэтому одна пара обеспечивала вращение в одном направлении, а другая — в противоположном. Для попеременного ввода в действие той или другой пары шкивов в целях реверсирова-

ния станка на контрприводе существовало какое-то устройство, которое на чертеже показано неясно. Способ реверсирования станка с помощью шкивов являлся остроумным и простым.

Во всех других отношениях, кроме привода, станок вполне соответствовал уровню передовой техники своего времени. Он имел рационально

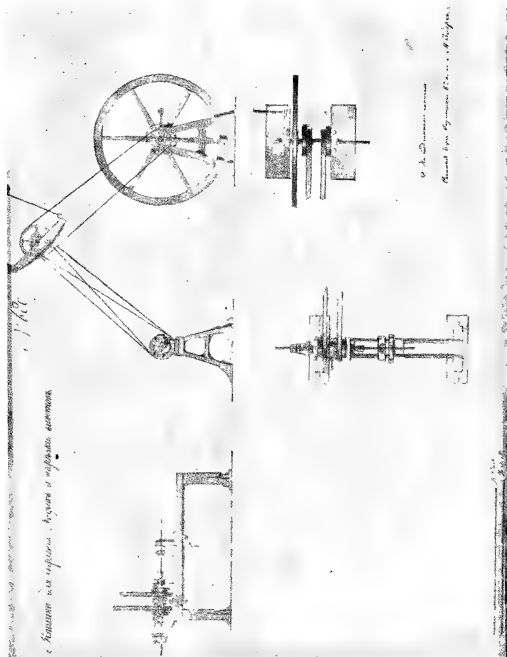


Рис. 60. Токарно-винторезный станок Александровского завода (г. С.-Петербург). 30-е годы XIX в. Заводской чертеж.

устроенную литую станину, зубчатый перебор, приемные шкивы были симметрично размещены по обе стороны массивной стойки. То, что ходовой винт являлся продолжением шпинделя, подвижного в направлении своей оси, было в то время обычно, что явствует из приведенных выше описаний конструкций многих станков. Отделение же ходового винта от шпинделя, обычное в наши дни, встречалось тогда довольно редко.

Сохранился снятый с натуры в 1840 г. чертеж универсального металло-режущего токарного станка Ижевского оружейного завода.¹³² Станок имел весьма простое устройство и поэтому не требует отдельного описания, тем более, что он близок по своим формам к тем станкам, которые еще недавно находились в эксплуатации. Отметим, что на этом универсальном станке имелось устройство для подачи в зону резания охлаждающей жидкости (впервые устройство для подачи смазки было применено на специальном токарном станке Тульского оружейного завода конструкции П. Д. Захава; рис. 56). Корыто для собирания охлаждающей жидкости и стружки впервые показано на упомянутом чертеже. Наличие делительного диска, который обычно устанавливался на английских токарных станках по почину Модсли, позволяло вручную нарезать зубчатые колеса. Станина станка не была достаточно массивной, и конструктор пытался компенсировать это введение третьей направляющей. Наибольшее расстояние между центрами станка 11 футов (3355 мм), высота центров 1 фут 5 дюймов (432 мм).

На рис. 61 представлен чертеж другого универсального токарного металло-режущего станка Ижевского оружейного завода.¹³³ Он сходен по конструкции с предыдущим. Отличие состоит в более широком диапазоне скоростей резания. В станке, описанном выше, было возможно осуществлять только три различные скорости резания, переноса приводной ремень со ступени на ступень трехступенчатого приводного шкива. В конструкции рассматриваемого станка возможно применять шесть различных скоростей резания, благодаря тому что он снабжен двумя трехступенчатыми приводными шкивами.

Наибольшее расстояние между центрами станка 3 фута 7 дюймов (1093 мм), высота центров 9 дюймов (229 мм).

Создание больших паровых машин и крупных прокатных станков привело к тому, что уже во второй половине 30-х годов XIX в. возникла необходимость в тяжелых токарных станках. Чертеж одного из таких станков сохранился.¹³⁴ Он представлен на рис. 62. Станок был спроектирован и построен механиком Уральского горного правления Петром Эдуардовичем Тетом между 1836 и 1842 гг.¹³⁵ Станок изготовлялся на Механической фабрике, находившейся при Екатеринбургском монетном дворе, и был предназначен для эксплуатации на том же машиностроительном предприятии. Наибольшее расстояние между центрами равнялось 21 футу (6405 мм), высота центров — 3 футам (915 мм). Станок имел механизированный суппорт.

Станок приводился в действие плоским ремнем, наложенным на приемный шкив 1, на одном валу с которым было посажено малое зубчатое колесо 2, сцеплявшееся с большим зубчатым колесом 3, посаженным на шпинделе. Включение и выключение станка осуществлялись при перемещении рукоятки 4, переводившей колесо 3 с холостого режима на рабочий и

¹³² Архив АИМ, ф. Чертежи Ижевского завода, оп. 3, д. 77, л. 4, «Чертеж токарному станку для обточки металлических вещей».

¹³³ Архив АИМ, ф. Чертежи Ижевского завода, оп. 3, д. 77, л. 1, «Чертеж токарному станку для обточки металлических вещей».

¹³⁴ ЦГИАЛ, ф. 1424, оп. 4, д. 780, л. 1, «Фасад и план токарному станку (самоточки) для обтачивания цилиндральных валков и металлических вещей разным машинам, предполагаемым устроить при Екатеринбургском монетном дворе».

¹³⁵ ГИАСО, ф. 56, оп. 1, д. 333, «О постройке механической фабрики в г. Екатеринбурге, лл. 2, 20, «Краткая записка об учрежденной в городе Екатеринбурге механической фабрике», черновая, составлена механиком Уральского горного правления П. Э. Тетом.

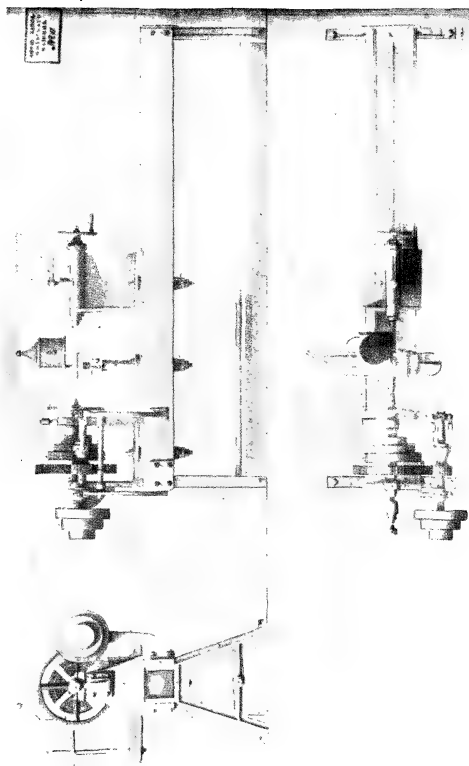


Рис. 61. Токарный станок Ижевского завода. 1840 г. Заводской чертеж.

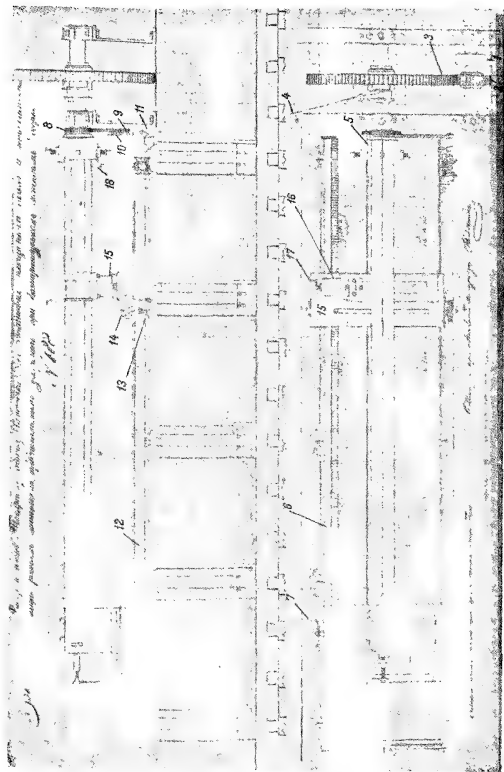


Рис. 62. Токарный станок с механизированным суппортом. Екатеринбургский монотный двор. Конструкция
 П. Э. Тета. 1836—1842 гг. Заводской чертёж.

обратно. По другую сторону стойки передней бабки располагался патрон 5, в котором с помощью четырех винтов закреплялась и центрировалась обрабатываемая деталь, другой конец которой поддерживал центр задней бабки. Вдоль станины имелось две направляющих, и, кроме того, по одной стороне была проложена по всей длине зубчатая рейка 6. Задняя бабка была снабжена зубчатым колесом, находившимся в зацеплении с зубчатой рейкой, и благодаря этому при вращении рукоятки 7 могла свободно перемещаться вдоль станины в зависимости от длины обрабатываемой детали.

Перейдем к описанию механизма движения подачи. На шпинделе между стойкой передней бабки и патроном 5 сидело зубчатое колесо 8, находившееся в зацеплении с зубчатым колесом 9. На одном валике с зубчатым колесом 9 была посажена звездочка, которая цепью 10 была связана со звездочкой 11, посаженной на ходовой вал 12. Последний имел шпоночный паз на рабочей части своей длины. По этому пазу могла перемещаться шпонка червяка 13. Червяк постоянно находился в зацеплении с червячным колесом 14. Это колесо сидело на одном валу с зубчатым колесом, расположенным под противоположной стороной суппорта 15 и находившимся в зацеплении с зубчатой рейкой 6. Таким путем осуществлялась подача резца вдоль обрабатываемой детали. Это устройство явилось дальнейшим развитием тележки тяжелых станков для расточки стволов артиллерийских орудий, о которых будет подробно рассказано в следующей главе.

Глубина резания регулировалась вручную с помощью суппорта 16 при вращении рукоятки 17. Механизм, служивший для реверсирования рабочего хода суппорта 15, состоял из набора зубчатых конических колес, приводившихся в действие рукояткой 18, которая для облегчения манипуляций была снабжена противовесом.

На рис. 63 представлен чертеж ¹³⁶ другого тяжелого токарного станка, законченного проектированием для Ижевского оружейного завода в 1853 г. под руководством полковника Трифонова. Станок предназначался для обточки преимущественно прокатных валков, но был по существу конструкции пригоден для обработки широкой номенклатуры корпусных деталей.

Рассмотрим механизм главного движения станка. На мощном шпинделе 1 диаметром 158 мм приблизительно посередине между опорами располагалось приводившее его во вращение большое зубчатое колесо 2 со 122 зубьями и диаметром начальной окружности 1212 мм. Между опорами 3 шпинделя 1 размещался механизм, приводивший в движение станок. С колесом 2 находилось в зацеплении малое зубчатое колесо 4 с 22 зубьями, сидевшее на одном валу с большим зубчатым колесом 5, имевшим 106 зубьев. Колесо 5 находилось в зацеплении с колесом 6, имевшим 18 зубьев. Колесо 6 сидело на одном валу со шкивом 7 (диаметр 655 мм, ширина 122 мм), приводившимся в движение плоским ремнем от трансмиссии.

На левом конце шпинделя 1 укреплялся тяжелый патрон 8 с четырьмя винтами 9, служившими для установки и закрепления обрабатываемой детали. На другом конце шпинделя 1 была установлена большая (диаметром 1526 мм) планшайба 10, имевшая много отверстий для пропуска болтов, закреплявших на планшайбе деталь, подлежащую обработке. Благодаря большому числу отверстий в планшайбе на ней можно было закрепить разнообразные детали сложной конфигурации. Значительная величина диаметра планшайбы затрудняла привод ее от шпинделя, так

¹³⁶ Архив АИМ, ф. Чертежи Ижевского оружейного завода, оп. 3, дл. 175, 176.

как в процессе резания образовывался слишком большой крутящий момент. Поэтому планшайба была дополнительно снабжена большим зубчатым колесом 11, сидевшим на втулке планшайбы и связанным с ней по периферии болтами 12. Головки болтов 12 были утоплены заподлицо с поверхностью рабочей стороны планшайбы 10, а гайки установлены изнутри, для того чтобы не мешать креплению деталей. Колесо 11 имело одинаковые с колесом 2 число зубьев и диаметр начальной окружности. Равным образом находившееся в зацеплении с колесом 11 колесо 13 имело одинаковые данные с колесом 4 и было посажено с ним на один вал 14. Таким образом, крутящий момент, передававшийся валом 14, сообщался не только шпинделю 1, но и непосредственно на периферию сидевшей на нем планшайбы 10, распределяясь в соответствии с нагрузкой при резании.

Механизм главного движения, расположенный примерно на середине длины станка, обслуживал его правую и левую части, что позволяло одновременно вести обработку двух корпусных деталей, но при одинаковой скорости их вращения. Таким образом, станок был сдвоенным. Это оригинальное конструктивное решение позволяло значительно удешевить изготовление станка сравнительно с затратами для двух отдельных станков, поскольку механизм главного движения был общим. Сдвоенный станок требовал также гораздо меньшей площади для размещения. Недостатком его была одинаковая скорость вращения обрабатываемой детали. Но так как станок был предназначен для обработки единичных корпусных деталей, то невозможность регулирования скорости резания изменением числа оборотов обрабатываемой детали не являлась большим недостатком, тем более, что в те времена и для обработки большого количества деталей небольшого размера меняли скорость резания несравнимо реже, чем в наши дни.

Обратимся к рассмотрению механизма подачи. Прежде всего необходимо отметить, что он был независим от механизма главного движения. Кроме того, механизмы подачи правой и левой частей станка были также независимы друг от друга, хотя и имели сходное устройство. Рассмотрим механизм подачи в левой части станка. Он приводился в движение от трансмиссии с помощью плоского ремня, надевавшегося на четырехступенчатый шкив 15, который был посажен на одном валу с трехступенчатым шкивом 16. От шкива 16 движение передавалось с помощью плоского ремня трехступенчатому шкиву 17, посаженному на длинный вал 18, шедший вдоль всей левой части станка. По всей длине вала 18 имелась шпоночная канавка, в которую входила шпонка червяка 19. Последний мог вращаться и перемещаться вдоль вала 18. Червяк 19 постоянно находился в зацеплении с червячным колесом 20, приводившим в движение суппорт 21 с помощью пары конических зубчатых колес (на чертеже не видны), цилиндрическое зубчатое колесо (на чертеже указано пунктиром) и постоянно находившуюся в зацеплении с ним зубчатую рейку 22, закрепленную неподвижно вдоль всей левой части станины станка. Реверсирования механизма подачи не было, и отвод суппорта производился вручную. В то же время имелось устройство для механизации перемещения задней бабки, описание которого приведено ниже.

Если, например, заднюю бабку требовалось удалять от шпинделя, то это осуществлялось с помощью включения кулачковой муфты 23, обеспечивавшей зацепление конического зубчатого колеса 24, сидевшего на валу 18, и конического зубчатого колеса 25, которое было установлено на корпусе задней бабки. Далее в действие вступал механизм, аналогич-

ный тому, который обеспечивал перемещение суппорта и был размещен на нем. Если требовалось заднюю бабку приблизить к шпинделю, то вводилось в действие с помощью кулачковой муфты 23 коническое зубчатое колесо 26, которое заставляло коническое колесо 25 вращаться в противоположную сторону, и задняя бабка начинала перемещаться. Механизация перемещения задней бабки была вызвана тем, что на станке часто выполнялись сверлильные работы. На чертеже рассматриваемого станка механизация этого трудоемкого процесса показана впервые в истории металлорежущих станков. В то же время конструкция станка не предусматривала механизации трудоемкого процесса реверсирования суппорта. Габариты станка: $30 \times 10 \times 6$ футов ($9144 \times 3048 \times 1829$ мм).

В технической литературе, получившей признание практиков в конце XVIII—начале XIX в., видное место занимал краткий справочник для механиков, написанный шотландцем Бакененом. Этот справочник выдержал невиданное в то время число изданий (пять). После смерти его автора в 1816 г. популярность справочника не уменьшилась. Поэтому, когда назрела необходимость в новом издании, группа крупнейших механиков Англии, теоретиков и практиков, решила на базе популярного издания создать энциклопедический справочник для инженеров-механиков, который по своему содержанию соответствовал бы современному уровню науки и техники. В переработке вышедшего в 1841 г. справочника,¹³⁷ производившейся под руководством Томаса Третгольда и Джорджа Ренни, принял участие и выдающийся строитель металлорежущих станков Джеймс Нэсмит, который поместил в книге статью, исчерпывающе поясняющую современные ему принципы их изготовления, значение и принципы действия устройств, координирующих главное движение и движение подачи.¹³⁸

Статья Нэсмита, подводящая итоги технических достижений станкостроения в эпоху промышленного переворота в Англии, впервые делающая попытку их теоретического осмысления, имеет принципиально важное значение. Эта работа была использована рядом английских ученых (а впоследствии забыта), и ее выводы К. Маркс считал возможным применить в «Капитале». Рассматриваемая работа Нэсмита имеет тем большее значение для истории станкостроения, что ею открывается современная нам эпоха в развитии станков. Токарные, токарно-винторезные, строгальные и зуборезные станки, принципы действия которых изложены Нэсмитом, имели

¹³⁷ Robertson B u c h a n a n. Practical Essays on Mill Work and other Machinery. London, 1841.

¹³⁸ James N a s m i t h. Remarks on the Introduction of the Slide Principle in Tools and Machines Employed in the Production of Machinery. В кн.: Robertson B u c h a n a n. Practical Essays on Mill Work and other Machinery, стр. 393.

Джеймс Нэсмит (1808—1890) — единственный в среде видных английских машиностроителей первой половины XIX в., имевший школьное образование. Техническую подготовку получил под руководством Модсли. Создал много различных машин, в том числе ряд металлорежущих станков. Более всего известен как изобретатель парового молота двойного действия (запатентован в 1842 г.). Создал труды, обобщавшие опыт конструирования и изготовления машин. Основатель и владелец одного из лучших машиностроительных заводов. Желая получить заказы в России, посетил в 1843 г. Петербург (см.: Санктпетербургские Ведомости, 1843, № 171, стр. 1809). Поставлял оборудование в Россию для арсеналов, горных и машиностроительных заводов, о чем сохранились сведения, относящиеся к 50-м и 60-м годам XIX в. В конце жизни с помощью С. Смайса написал автобиографию, являющуюся ценным источником при изучении истории техники машиностроения: James N a s m y t h. An autobiography. Ed. by Samuel Smiles. London, 1882.

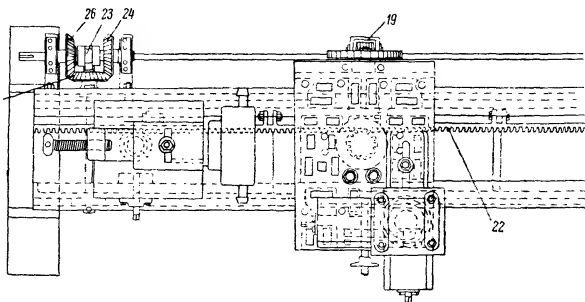
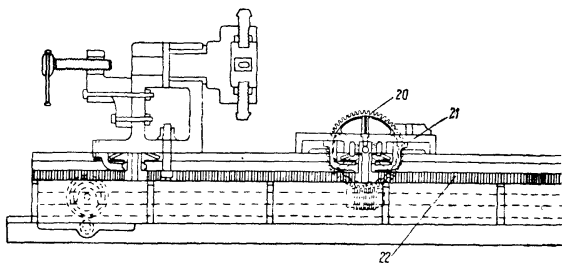
уже все основные части современных нам станков. Современные станки отличаются от станков эпохи Нэсмита размерами, скоростью, точностью, наличием дополнительных обслуживающих устройств, но главные их узлы все те же.

Остановимся подробнее на содержании статьи Нэсмита. Прежде всего он отмечает, что за последние тридцать лет, т. е. за годы 1810—1840, не только теория механизмов, но и само машиностроение сделало успехи, превосходящие все то, что было достигнуто за предшествующие века. Это явилось следствием механизации труда, говорит Нэсмит.

Переходя к существу вопроса, Нэсмит отмечает, что все многообразие форм деталей машин состоит из комбинаций только шести простейших геометрических фигур (*elementary geometrical figures*) — линии, плоскости, круга, цилиндра, конуса и сферы. До рассматриваемой эпохи, т. е. тридцать лет тому назад, отмечает Нэсмит, эти геометрические фигуры исполнялись руками рабочего, а контроль за правильностью их исполнения осуществлялся им же на глаз. Это создавало преграду «для развития цивилизации», например, препятствовало Уатту и Аркрайту осуществить революцию соответственно в области паровых машин и в хлопчатобумажном производстве, сковывало производительные силы Англии. Коренным решением проблемы была замена человеческой руки механизмом для закрепления, приближения и направления движения режущего инструмента к обрабатываемой детали, вследствие чего появилась возможность достигнуть абсолютной (по представлениям эпохи Нэсмита) точности движения резца вдоль детали и в перпендикулярном направлении. В результате применения механизма достигались точность исполнения простейших геометрических форм, а также легкость и быстрота, не сравнимые с существовавшими при ручной системе труда.

Затем Нэсмит приводит рисунок (рис. 64), дающий возможность сравнить условия труда токаря при работе на станке с подручником (слева) и с механическим суппортом (справа) и сопровождает иллюстрацию красочным описанием. На рис. 64 видно, как выпячивается из сил токарь при работе вручную и как легко трудиться другому токарю на станке с механизированным суппортом. Заметим, что облегчение труда рабочих при введении механизированного суппорта соответствует только технико-физиологической стороне дела. Это прекрасно доказано Марксом, отметившим, что ни одно вообще изобретение не облегчило труда рабочего при капитализме.

Механизм станка (рис. 64) был скрыт станиной. Поэтому, чтобы познакомить читателей с основным принципом работы механического суппорта, показать, что этот принцип состоит во взаимодействии между главным движением и движением подачи, Нэсмит дал символическую схему, приведенную на рис. 65. Показанная Нэсмитом связь между обрабатываемой деталью и суппортом в действительности не осуществлялась с помощью пальца, поворачивающего звездочку на один зуб при каждом обороте, хотя подобный способ сохранился как анахронизм до наших дней на тяжелых расточных станках. Нэсмит показывает это устройство только в качестве наглядной иллюстрации, позволяющей читателю легко понять основу «принципа механического суппорта». Но если не касаться этой пары звездочка—палец, то в остальном суппорт, показанный Нэсмитом, имеет уже ту форму, которая будет сохраняться без существенных изменений на протяжении последующего столетия. Нэсмит подробно описывает устройство и действие суппорта, но для современного нам читателя все это ясно с первого взгляда и потому давать описание устройства излишне.



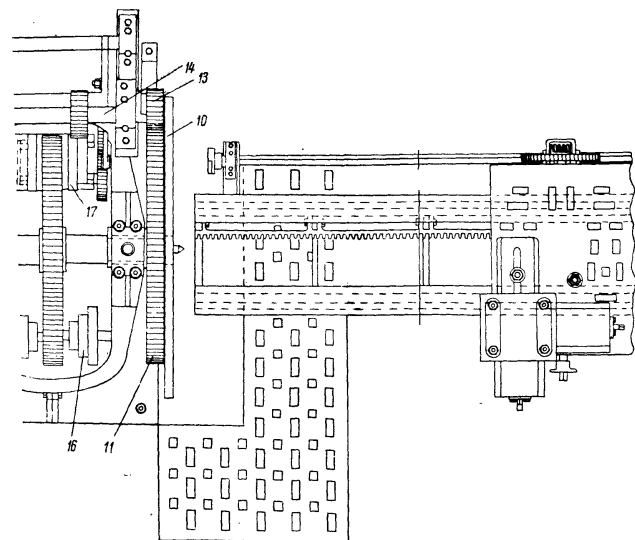
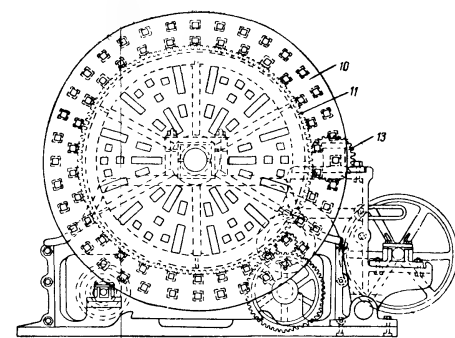
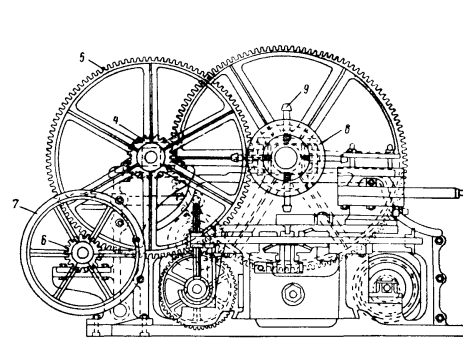
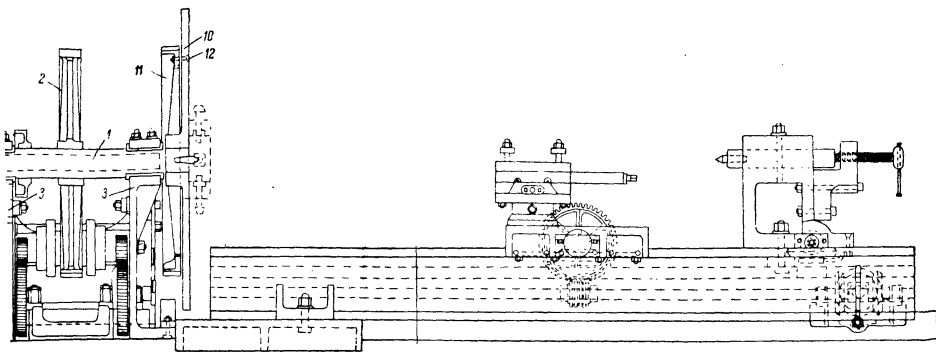


Рис. 63. Тяжелый фокарный станок Ижевского завода, 1853 г. Заводской чертеж.

На рис. 66 представлен рисунок Нэсмита, наглядно показывающий принцип устройства токарного винторезного станка. Так как у станков того времени механизм взаимодействия между главным движением и движением подачи был скрыт от обозрения станиной, то Нэсмит вводит на рисунке условную пару цилиндрических зубчатых колес *WW*, наглядно показывающую это взаимодействие. Как и другие рисунки Нэсмита, рассматриваемый рисунок для современного нам читателя не требует тех пояснений, которые дает Нэсмит. Для читателей же времени Нэсмита его классификации, ясные схемы и описания представляли исключительный

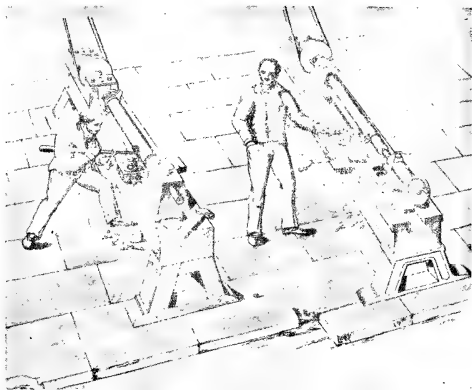


Рис. 64. Сравнение условий работы на токарном станке без механизированного суппорта и при наличии его. 1841 г. По Нэсмиту.

интерес, так как они вносили порядок в основы конструирования металло-режущих станков.

Кроме изложенного выше, в статье Нэсмита даны материалы, касающиеся строгального и зуборезного станков, которые излагаются в соответствующих главах наших «Очерков».

Новое издание справочника Бакенена (о котором подробно сообщалось выше) имело отдельный атлас чертежей, составленный Дж. Ренни.¹³⁹ Первые 19 листов иллюстрировали отдельные главы книги. Затем следовали 26 листов чертежей (XXI—XLVII) металлорежущих станков. Можно не сомневаться, что такой выдающийся инженер, как Дж. Ренни, включил в атлас лучшие и новейшие станки своего времени, о чем свидетельствует и подзаголовок атласа. Приведенные в атласе чертежи первого суппорта

¹³⁹ George R e n n i e. Atlas to the New Edition of Buchanan's Work, Illustrations of Mill Work and other Machinery, together with Tools of Modern Invention, London, 1842.

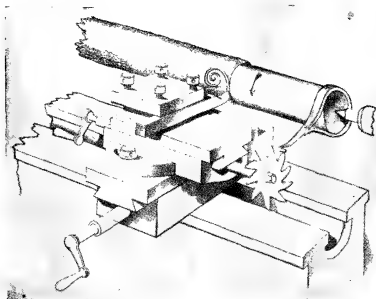


Рис. 65. Принцип действия механизированного суппорта токарного станка. 1841 г. По Нэсмиту.

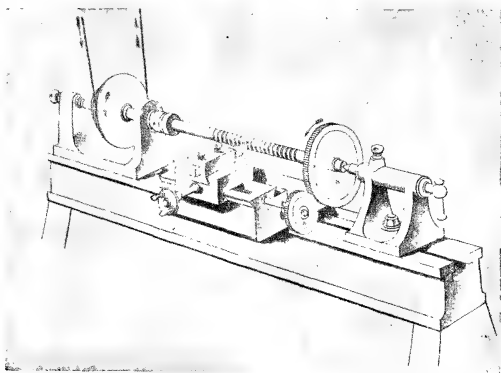


Рис. 66. Принцип устройства токарно-винторезного станка. 1841 г. По Нэсмиту.

Модели (1794 г.) и строгального станка Фока (1751 г.) даны только для наглядного представления о прогрессе техники станкостроения. Поэтому можно считать, что время издания атласа приблизительно соответствует тому периоду в развитии станкостроения, когда машины для обработки металла резанием получили те основные конструктивные формы, которые

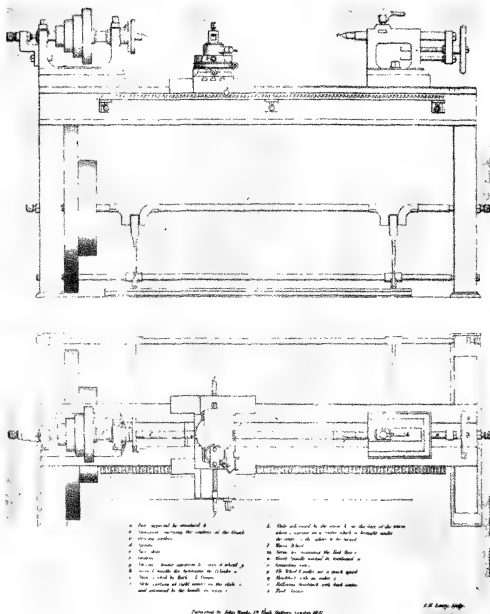


Рис 67. Токарный станок с педальным приводом фирмы Люис. Около 1840 г. По альбому Дж. Ренни.

сохранились в своих основных частях на протяжении последующего периода их развития, охватывающего целое столетие.

В атласе, кроме разнообразных конструкций токарных, сверлильных, зубофрезерных и строгальных станков, имеются чертежи долбежных машин для нарезания зубьев колес и прорезания шишочных канавок в зубчатых

колесах и шкивах, радиально-сверлильных, болторезных, горизонтально-фрезерных, лоботокарных и ряда специальных машин.

Из числа токарных станков, представленных в атласе, остановимся на двух характерных для уровня развития машиностроительного производства в то время.

На рис. 67 представлен токарный станок с педальным приводом, предназначенный для обработки небольших деталей длиной до 3 футов (915 мм) и диаметром до 6 дюймов (152 мм), изготовлявшийся фирмой Люис в Манчестере. Заметим, что небольшие токарные станки с педальным приводом изготовлялись различными фирмами вплоть до 90-х годов XIX в. и в небольших мастерских, особенно ремонтных, они просуществовали очень долго, до конца 20-х годов XX в.

Станок имел металлическую станину и рационально устроенные бабки. Для того чтобы можно было точить сферические поверхности, переднюю бабку можно было ставить также под углом к станине. Наличие массивного металлического маховика обеспечивало равномерность хода станка. Маховик, имевший две ступени и четырехступенчатый шкив на шпинделе, обеспечивал различные скорости резания. Элементом гибкой связи служил кожаный ремень. Суппорт вдоль станины мог перемещаться вручную с помощью шестерни и рейки, а в перпендикулярном направлении — с помощью ходового винта. Суппорт имел круглое основание и с помощью червячной пары мог быть легко поставлен под любым углом. Так как станок не был предназначен для точения длинных предметов и нарезания винтов, то суппорт у него не был самоходным.

На рис. 68 представлены чертежи тяжелого токарного станка, предназначенного для обработки деталей диаметром до 7 футов (2134 мм), в том числе паровозных колес, изготовлявшийся фирмой Люис в Манчестере. Рис. 68 заимствован из упоминавшегося выше атласа Дж. Ренни (табл. 27).

Как уже стало обычным в то время, направляющие станка имели призматическую форму. По ним могли перемещаться задняя бабка и суппорт. Для этого служили зубчатая рейка, проложенная вдоль станины, и зубчатые колеса, которыми были снабжены задняя бабка и суппорт. Это перемещение не было механизировано. Шпиндель задней бабки являлся выдвижным и достаточно мощным. Для его перемещения имелся маховичок вполне современного нам вида. Планшайба была снабжена прорезями и кулачками, позволявшими удобно и надежно закрепить обрабатываемые детали и противовесы.

Привод станка был довольно сложным. Энергия получалась извне, с помощью ремня. Ремень лежал на одной из 6 ступеней шкива, который свободно вращался на валу, но был скреплен с малым зубчатым колесом. Это зубчатое колесо находилось в зацеплении с большим зубчатым колесом, размещенным на специальном кронштейне, прикрепленном к передней бабке. На одном валу с этим колесом сидело малое колесо, которое давало внутреннее закрепление с вечным зубчатым колесом, расположенным на задней стороне планшайбы. Вечное зубчатое колесо было свертным. Оно состояло из 6 сегментов. Это устройство значительно понижало скорости вращения планшайбы, что являлось совершенно необходимым для столь тяжелого станка.

Станки подобной конструкции (с небольшими отличиями) получили широкое распространение и фирмой Фельзер в Риге выпускались еще в начале текущего столетия.

Описания двух последних токарных станков, чертежи которых помещены в атласе Дж. Ренни, наглядно показывают, что период создания токарного станка как такового завершился. Если кое-где еще некоторое время наблюдалось изготовление станков, не соответствовавших достигнутому уровню мировой техники, то это являлось только показателем неравномерности технического развития. Концом 40-х годов XIX в. завершается создание основных узлов токарного станка; с этого времени начинается его современная история.



Г л а в а II

СТАНКИ СВЕРЛИЛЬНО-РАСТОЧНОЙ ГРУППЫ

Одним из наиболее старых станков, специально предназначенных для резания металлов, является станок для обработки канала ствола орудия.¹ Конструкция этого станка была хорошо разработана уже к началу XVIII в., и на его основе конструировались некоторые другие станки, например растачивавшие цилиндры насосов, воздуходушных мехов, а затем и паровых машин. Таким образом, станки для растачивания больших полостей идут в исторической последовательности вслед за станками для обработки канала ствола орудия. Позже других, уже в начале XIX в., появились универсальные сверлильные станки с приводом от водяных колес или с приводом от паровой машины. До начала XIX в. универсальные сверлильные станки хотя и существовали, но являлись только одним из видов ручного инструмента, предназначенного для обработки отверстий малого диаметра. Отверстия большого диаметра до XIX в. получались в индивидуальном производстве обычно путем сверления по контуру с последующим опиливанием вручную, а когда требовалось многократное выполнение этой работы на однотипных объектах, применялась штамповка на прессах с последующим заглаживанием и доводкой напильником вручную. Таким, в самых общих чертах, был путь развития станков сверлильно-расточной группы.

Изложение материалов по истории этих станков ведется в данных «Очерках» в соответствии с отмеченной выше последовательностью их развития. При этом станки для обработки канала ствола орудия рассматриваются лишь до конца первой четверти XIX в., т. е. до того времени, пока усовершенствование их конструкций оказывало заметное влияние на другие виды металлорежущего оборудования.

1. СТАНКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СТЕВЛОВ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ ОРУДИЙ

Наиболее ранние устройства для обработки канала орудийного ствола описаны в немецких рукописях, относящихся приблизительно к середине XV в.² Эскиз такого устройства показан на рис. 69. Ствол орудия устанавливался вертикально, и в его канал вводилось сверху сверло. Положение сверла фиксировалось деревянными перекладинами, а подача регулиро-

¹ Обработка канала ствола орудия обычно называлась сверлением, а применяемые для этого инструменты — сверлами. Эта терминология отчасти сохранена в настоящем издании.

² F. M. Feldhaus. Die Technik der Vorzeit, des geschichtliche Zeit und der Naturvölker. Leipzig, 1914, стр. 391.

валась от руки. Вращательное движение сверла осуществлялось вручную или конной тягой. Понятно, что при таком способе возможно снятие лишь тонких стружек и вся работа заключалась в зачистке канала, получавшегося в стволе при отливке.

Первой печатной книгой, описывавшей сверление стволов орудий, был труд Бирингуччо «Пиротехника».³ Устройство Бирингуччо состояло из салазок, на которые укладывался орудийный ствол и с помощью воро- тов накатывался на сверло или, вернее, борштангу. Борштанга состояла из стебля, к которому прикреплялась режущая головка, цельная или со вставными зубьями. Для приведения в движение салазок и сверла применялась мускульная сила людей. Так как для рабочего движения борштанги

и движения подачи предусматривались отдельные системы, то все устройство отличалось сложностью, требовало труда большого числа людей, а также не позволяло получать прямой и гладкий канал орудийного ствола. Все же устройство, описанное Бирингуччо, было более устойчивым и позволяло лучше производить очистку канала ствола, так как вибрации здесь были меньше, чем в устройстве, изображенном на рис. 69. Таким образом, здесь был осуществлен переход от вертикального расположения орудия при опускании сверла сверху к горизонтальному расположению.

Устройства типа, описанного Бирингуччо в XVII в., были заменены более совершенными машинами, в которых орудийный ствол устанавливался вертикально, но, в отличие от конструкции, показанной на рис. 69, не сверло

опускалось в канал ствола, а сам ствол надвигался на сверло. В этих машинах, просуществовавших до начала XIX в., подача осуществлялась автоматически за счет веса ствола, опирающегося на рассверливающую его борштангу, что упрощало всю систему. Кроме того, машины приводились в движение животными или водою, что позволяло увеличить мощность и одновременно снизить эксплуатационные расходы. Большая компактность конструкции делала ее более устойчивой в отношении толчков и вибраций, что положительно сказывалось на качестве обработки.

В развитии русской артиллерии в XVII в. известную роль сыграл «Устав ратных, пушкарских и других дел, касающихся до воинской науки», в котором его автор, Анисим Михайлов, сконцентрировал иностранный и отечественный опыт. В этой книге имеются разделы, касающиеся технической стороны организации оружейного производства. Для истории металлорежущих станков особенно интересен «указ» 218: «О оружейничеве дому со иными к тому служными устроити», выдержка из которого приведена ниже.

«... доведется строити пушечный двор, в чем пушки лют; да устроити в нем две печи, а перед печью учинити яму, да устроити тут спась, кото-

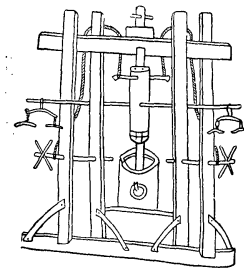


Рис. 69. Устройство для сверления стволов орудий XV в. По проф. Фельдхаузу.

³ Birninguccio. *Pirotecnia*. Venice, 1540. (Перевоздавалась много раз, последнее, американское, издание вышло в 1943 г.).

рую доведется вертети двойные затинные, или иной какой малой наряд или шарфетины, да еще устроить снасть и буравы посреди пушечного сарая и утвердить, то над ними сквозь мост, чтоб большие пушки вертети». ⁴

Из приведенной выдержки явствует, что А. Михайлов предусматривал на пушечном заводе два рода станков для расточки канала ствола орудия. Один предназначался для пушек небольших размеров: «... снасть, которую доведется вертети двойные затинные, или иной какой малой наряд». О конструкции этого станка у Михайлова нет никаких указаний. Второй станок предназначен для обработки стволов крупных орудий. О его конструкции в приведенной выше выдержке имеются указания на то, что он предполагался вертикальным, а именно над устройствами для сверления проходит «мост» «... устроить снасть и буравы посреди пушечного сарая и утвердить, то над ними сквозь мост, чтоб большие пушки вертети».

Вертикальная сверлильная машина применялась на Тульском и Каширском оружейных заводах уже в середине XVII в. На рис. 70 представлены три проекции изображения реконструированного Н. Б. Баклановым ⁵ «анбара сверлишного». Эта работа произведена на основании чертежа 1677 г., ⁶ дополненного материалами описей заводского оборудования. В «анбаре» имелись дисковая пила для отрезания прибылей у отливков пушечных стволов и вертикально-сверлильная машина, которые приводились водяными колесами. Таким образом, сооружение было передовым уже по самой двигательной силе. Подъем стволов производился, по мнению Н. Б. Бакланова, вручную. Однако в этом отношении с ним нельзя полностью согласиться, так как материалов для такого утверждения недостаточно.

Как видно на чертежах, дисковая пила для отрезания прибылей помещалась не на валу водяного колеса, а на следующем за ним, вращавшемся со значительно большими скоростями. Ствол пушки, уложенный на салазки, надвигался на пилу с помощью ворота. От этого же вала действовала и установка для сверления канала ствола орудия. Вертикальный вал для сверления приводился в действие от горизонтального с помощью цепочного зацепления. Направляющими для вертикально-движущегося ствола были деревянные вертикальные брусья.

Борштанги, «сверлаки», были стальными, что являлось значительным шагом вперед по сравнению с деревянной борштангой Бирингуччо. Применение металлической борштанги значительно содействовало повышению качества обработки. Описи имущества заводов не оставляют сомнения в том, что борштанги оснащались съемными расточными головками.

Уже в первой четверти XVIII в. наиболее передовые конструкторы снова вернулись к машинам для рассверливания канала ствола орудия при его горизонтальном расположении. Процесс внедрения этих конструкций в производство растянулся более чем на столетие.

Известный инженер и организатор пушечного производства в России в первой половине XVIII в. В. И. Геннин предложил для механической

⁴ Старинный воинский Устав ратных, пушкарских и других дел, касающихся до воинской науки. . . , в 1607 и 1621 году выбран из иностранных военных книг Онисимом Михайловым. . . , ч. II. СПб., 1781, стр. 9.

⁵ Н. Б. Бакланов, В. В. Мавродин, И. И. Смирнов. Тульские и Каширские заводы в XVII в. М.—Л., 1934, стр. 43—50.

⁶ Записки отделения русской и славянской археологии имп. Русского археологического общества, т. II, 1861, стр. 104 и приложение: Сборник чертежей Москвы, ее окрестностей и города Пскова XVII столетия, табл. XXXI.

обработки стволов орудий комплект из трех машин, приводимых в движение от одного водяного колеса, и осуществил свое предложение около 1712 г. Это были горизонтальная машина для сверления канала ствола, машина для обработки стволов снаружи и машина для отрезывания прибылей (рис. 71).⁷

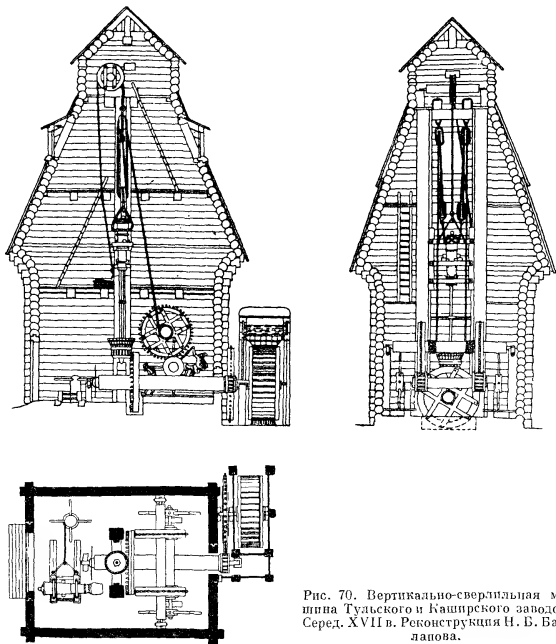


Рис. 70. Вертикально-сверлильная машина Тульского и Каширского заводов. Серед. XVII в. Реконструкция Н. Б. Бакалова.

Преимуществом своего комплекта машин Геннин считал то, что для них не требовалось специального здания, как для машины с вертикальным расположением обрабатываемого ствола. Это его мнение было совершенно правильным. Но значение применения горизонтального расположения рассверливаемого ствола в действительности было гораздо

⁷ Архив Ленинградского отделения Института истории АН СССР, Коллекция рукописных книг, № 1161, л. 25. Только на этом изображении хорошо видна сверлильная машина.

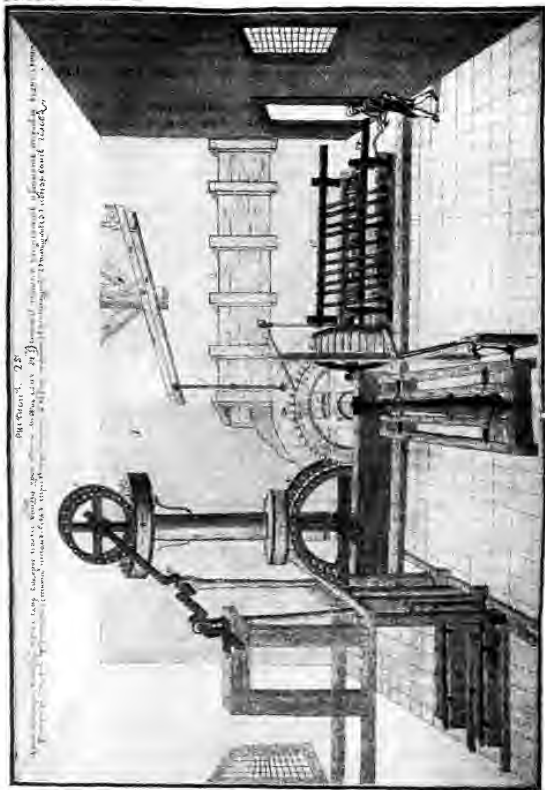


Рис. 74. Комплект машин для обработки стогов орудия конструкции В. И. Геннина. Около 1712 г. Демидовский список труда Геннина.

большим, так как при этом повышалось качество обработки и облегчалось использование водяного двигателя. Поэтому на протяжении последующих ста лет повсюду осуществляется постепенный переход от вертикальных к горизонтальным машинам. При вертикальном расположении рассверливаемого ствола, под действием собственной тяжести оседающего на борштангу (сверло) и осуществляющего таким образом «автоматическую» подачу, борштанга находилась все время под значительным давлением.

Неоднородность металла ствола и несовершенство режущего инструмента, а также продольный изгиб стебля придавали процессу резания прерывистый характер, он сопровождался резкими толчками. Несовершенные опоры борштанги и обрабатываемого ствола не могли противостоять неравномерному характеру действия сил резания, что вызывало неустойчивость всей системы. Неустойчивость машины и установленного в ней ствола приводила к неправильному и нечистому растачиванию канала.

При горизонтальном расположении ствола последний надежно и устойчиво лежал на своих салазках. Борштанга при этом подвергалась продольному изгибу в пределах, не превышающих незаметных глазу деформаций, и давление на нее можно было регулировать. Вследствие этого при горизонтальном расположении ствола орудия вся система ствол — машина гораздо лучше сопротивлялась усилиям, возникавшим в процессе резания, что позволяло значительно повысить качество обработки.

У горизонтально-сверлильной машины Геннина (см. рис. 71 посередине) сверло вставлялось непосредственно в специально для него сделанное гнездо вала водяного колеса, что повышало точность обработки. Геннин следующим образом описывал устройство сверлильной машины.

«... ко оному жь сверлению надлежит сделать станки деревянные из брусья, окованные железом: буде пушки будут 6 и 8 лотовые, то станок длиною два аршина, шириною в пол аршина а буде от фунтовой и до 30 фунтовой, то длиною 2½ сажени, шириною в аршин, и утверждать в них железные з зубцами полосы, а под них железную небольшую на вертле шестерню, по которой имеют оные подвиганы быть, и под весь станок, каков оной длинен, на пол класть и прикреплять полосы железные длиною четырех сажен, шириною в четверть аршина, по которым имеют оттаскивать станки назад. И когда оное все сделано будет, тогда положить пушку на станок и сверлить против чертежа сходно и глатко».⁸

Из этого описания, из перечня деталей, данного Генниным на самом чертеже, а также из рассмотрения чертежа⁹ устройство машины представляется в следующем виде.

Сверло было вставлено центрально в вал водяного колеса. Ствол пушки укладывался на деревянные сани, которые перемещались по длинным (4 сажени) железным направляющим. Для осуществления движения подачи имелось своеобразное автоматическое (а не ручное!) устройство — храповой механизм и зубчато-реечная передача. На санях была укреплена металлическая зубчатая рейка, с которой сцеплялось реечное зубчатое колесо. Последнее было неподвижно посажено на один вал с большим храповым колесом. Это колесо весьма характерно названо у Геннина: «14. Колесо, которое таскает пушки против сверла помаленьку». Равным

⁸ Вильгельм де Геннин. Описание Уральских и Сибирских заводов. М., 1937, стр. 181.

⁹ На чертеже отсутствуют некоторые детали, упоминаемые в приведенном выше описании.

образом важны названия и других деталей механической подачи, которые приводятся ниже.

«15. Крюк, который хватает зубки в колесе, что под № 14, оной крюк надлежит делать из укладу калением, как шпажные полосы калятца, для того бывает, что при сверлении пушек учинитца какая задержка, дабы оной крюк по тому отдался, а не переломился, и пушка остановилась. 16. Очен, которым действует крюк к тасканию против сверла пушки. 17. Тягость для подъему очепу, учиненная ис чугуна или камня».

Таким образом, груз, система рычагов и очеп заставляли храповик («крюк») перебирать зубья храпового колеса, вращать его и сидевшее на одном валу с ним реечное зубчатое колесо. Последнее в свою очередь перебирало зубья рейки, скрепленной с саями, которые медленно перемещались вместе со стволом орудия к сверлу, осуществляя, таким образом, механизированную подачу. Это первый случай применения автоматической подачи на станке, имеющем производственное назначение.

В дальнейшем сверлильные машины пушечного производства строились в России на многих заводах, которые получали заказы на изготовление пушек. Эти машины имелись также и на всех русских арсеналах, о чем свидетельствуют многочисленные материалы Архива Артиллерийского исторического музея.

Широкое применение поршневых насосов привело в начале XVIII в. к необходимости изыскания способов получения гладких внутренних поверхностей у цилиндров, диаметр которых был мал сравнительно с высотой. Поэтому в одном из лучших сочинений по водоподъемным машинам, книге Якоба Лейпольда,¹⁰ дается описание способов устранения шероховатостей и неправильностей профиля в подобных трубообразных цилиндрах. Для сравнительно коротких труб-цилиндров Лейпольд рекомендовал выточить из твердой древесины как бы борштангу, диаметр которой соответствовал бы диаметру цилиндра. На борштанге следовало укрепить закругленный стальной резец, слегка выступающий за пределы тела борштанги. Придавая этому орудью возвратно-поступательное движение и понемногу поворачивая его, можно было выровнять цилиндрическую поверхность. Предложенный Лейпольдом инструмент приводился в движение вручную.

Для очистки и выравнивания внутренней поверхности труб большой длины Лейпольд предлагал устройство вроде банника, применявшегося в современной ему артиллерии для очистки канала ствола орудий после стрельбы. На этом «баннике» укреплялся в виде резца напильник, не имеющий острых углов. Придавая ручную «баннику» возвратно-поступательное и вращательное движение, постепенно «выглаживали» цилиндрическую полость. Вгоняя клин в деревянную головку «банника», регулировали прижатие напильника к трубе, т. е. «глубину резания».

Ни в первом, ни во втором случае Лейпольд не упоминает о применении для приведения в движение этих инструментов каких-либо машин. Поэтому распространное мнение о том, что Лейпольд описывал в своей книге машины для сверления труб, является неосновательным.

К 1745 г. относится весьма любопытное дело о рассмотрении Канцелярией Главной артиллерии и фортификации записной книжки неизвестного лица, содержавшей сведения об изготовлении орудий и боеприпа-

¹⁰ Jacob L e u p o l d. Theatrum Machinarum Hydraulicarum, t. I. Leipzig, 1724, стр. 89—91, табл. XXXVI, фиг. V, табл. XXXVII, фиг. III.

сов.¹¹ Против каждой записи в книжке Канцелярии Главной артиллерии и фортификации делала свою записку, которая соответствовала действительному положению в артиллерийском производстве. Приведем здесь записку 8-го пункта, относящегося к рассматриваемому вопросу:

В записной книжке написано

8. Пушку сверлить водой, трещатью. Затравку проходить прямо.

По рассмотрению Канцелярии Главной артиллерии и фортификации

При артиллерии пушки сверлятся водяною и сухою машинами, на то учиненными особливо по калибру сверлами, а не трещотками, а затравки проходят прямо и наискось.

Из приведенной записки видно, что для рассверливания канала ствола орудия в середине XVIII в. в России применялись сверлильные машины с водяным или конным приводом.

В 1746 г. Канцелярия Главной артиллерии и фортификации решила повысить качество орудий, выпускаемых Петербургским арсеналом, и ввела должность «особого смотрителя», действовавшего по специальной инструкции.¹²

Инструкция «особому смотрителю» представляет собой весьма ценный документ, характеризующий высокий технический уровень производства и не менее высокий уровень знаний и опыта ее составителей и редакторов (Геннина, Репнина, Унковского, Глебова, Бибикова), сумевших дать яркий и сжатый документ технического и организационного характера. Ввиду того что инструкция еще не была опубликована, приводим несколько ее пунктов, наиболее важных для рассматриваемой здесь темы.

«Инструкция, данная ис канцелярии Главной артиллерии и фортификации артиллерии капитану Иогану Гинтеру:

«Понеже в Санктпетербургском арсенале происходит литье пушек, мортир и гоубиц и протчаго орудия и по вылитии на Охтенских пороховых заводах сверляца и обтачивающца, и к ним во арсенале при делах капитана над мастеровыми надлежащих принадлежности дело лафет, колес и прочее исправляющца; при чем (чтоб оное все могло в деле происходить противу чертежей с крайним окуратством и прочностию бес казенного ущербу) надлежит быть доброму и твердому смотрению. К сему сего генваря 20 дня Канцелярия Главной артиллерии и фортификации определила Вас, и будучи Вам при том деле чинить по нижеследующим пунктам:

«4. Для сверления и обточки пушек на Охтенских пороховых заводах имеющца водяная машина, которую тебе вперед осмотреть, в самом ли окуратстве оная совсем состоит. И буде что неисправное увидишь, оное немедленно исправить, дабы оная машина могла стоять в надлежащих перпендикулярных и параллельных линиях. На которую вылитыя пушки отвозить, где сверленому мастеру под смотрением Вашим сверлить так прямо и окуратно в самой центр, чтоб упадающие перпендикулярные линии к сверлу могли оное сверло пресекать в прямой угол, а при постанов-

¹¹ Архив АИМ, ф. Арсенальный, оп. 9, д. 223, «Дело по указу Правительствующего сената, при котором прислана з записной книжки копия для рассмотрения, по каким образцам делаютца пушки бомбы мартиры, как в оной книжке показано, а по рассмотрению дела не токмо действительна, но ни к чему негодна, 1745 году».

¹² Архив АИМ, ф. Арсенальный, оп. 9, д. 262, л. 1, «Дело по определению Канцелярии Главной артиллерии и фортификации о (делании) в Санктпетербургском арсенале над литьем и прочим исправлением артиллерии капитану Гинтеру смотрением и о даче ему инструкции».

лении сверла в центр быть. Вам всегда самому в чем зависит крайнее окуратство, при том же наипервое надлежит освидетельствовать изготовленный сверла в надлежащем калибре имеюцца. И по высверлении калибра освидетельствовать цилиндера с паралельною линиею, во всех ли местах по циркумференции стены в толстоте равны состоят.

«5. По высверлении и по свидетельствовании всякое орудие пробить по адмиралтейскому регламенту и артиллерийскому искусству, а по пробе осматривать: не явится ли в чем раковин. И буде раковин явится таких, которые можно зачинить, тогда обтачивать и расчеканивать с таким окуратством, чтоб вовсе те орудия были сходны против данного вида чертежа. По приведении всего в отделку отдавать раковин зачинивать пушечному мастеру Копиеву.

«7. По зделании, как оные лафеты, так же роспуски и прочее, что по артиллерии принадлежит, отковывать под Вашим же присмотром в принадлежащих местах, где то отковке по артиллерийским регулам действительно быть надлежит, тако ж и пропорционально, без излишества железа убытка и без пристойной от того тяжести».

В документе красной нитью через все пункты проходит требование исполнения работ в полном соответствии с утвержденными чертежами: «противу чертежей с крайним окуратством». Работа по чертежу, а не по модели, образцу, различным меркам и словесным описаниям до настоящего времени служит свидетельством высокого технического уровня руководителей и исполнителей. Поэтому и сам документ, относящийся к середине XVIII в., и характеризуемое им производство заслуживают весьма высокой оценки.

Из документа видно, что сверлильные машины в Петербурге находились на Охтенских пороховых заводах, вдали от арсенала. Это могло быть вызвано только желанием обеспечить водяной привод, что невозможно было осуществить в арсенале из-за его расположения.

В п. 7 инструкции указывается на необходимость изготовления прочных изделий, но в то же время дается предостережение против их излишнего утяжеления: «где то отковке по артиллерийским регулам действительно быть надлежит, тако ж и пропорционально, без излишества железа убытка и без пристойной от того тяжести». Таким образом, в инструкции уже поставлена вполне определенно одна из основных задач современной техники — использование минимума материала для создания максимума прочности и надежности конструкции.

Оставляя в стороне весьма интересные вопросы организации производства, поставленные в инструкции, а также пункты, касающиеся литейных и других работ, обратимся к п. 4, относящемуся к сверлению и обточке орудийных стволов. Здесь впервые записано требование проверки координат металлорежущего станка («оная машина могла стоять в надлежащих перпендикулярных и паралельных линиях») как основного условия точности обработки. Точность обработки канала ствола орудия была особенно необходима, так как от нее зависело качество орудий и непосредственно с ним связанные результаты стрельб. Именно поэтому в инструкции подчеркивается необходимость личного наблюдения «особого смотрителя» за правильной установкой обрабатываемой детали относительно координат станка: «сверленому мастеру под смотрением Вашим сверлить так прямо и окуратьно в самой центр, чтоб упадающие перпендикулярные линии к сверлу могли оное сверло пресекать в прямой угол, а при постановлении сверла в центр быть».

Равным образом элементы научного анализа можно отметить в указаниях по приему выполненной работы в инструкции, которая требует найти ось образовавшейся после обработки цилиндрической полости и относительно этой оси проверять концентричность внутренней и наружной поверхностей ствола орудия: «И по высверлении калибра освидетельствовать цилиндера с параллельною линиею, во всех ли местах по циркумференции стены в толстоте равны состоят». Такой метод контроля размеров был несравненно более правильным, чем применявшееся ранее простое измерение толщины стенок в различных местах.

А. К. Нартов одним из первых в России по достоинству оценил способ сверления канала в стволе орудия, отлитом сплошным¹³ (способ Марица). Это позволяло канал ствола делать более правильным. Однако станки, на которых производилось сверление, были малопродуктивными и не позволяли осуществлять работы с большой точностью, что сводило на нет преимущество работ по способу Марица. Поэтому способ Марица был принят повсеместно только в начале XIX в. Нартов, работая в Главной артиллерии и фортификации, немало потрудился над сооружением специальных станков для обработки орудийных стволов, что видно из многочисленных архивных документов. Однако до настоящего времени описаний и чертежей этих станков не обнаружено.

Нартов, обрабатывая отлитые без каналов стволы орудий, применял какой-то засекреченный им метод, который позволял не весь объем металла, подлежащего удалению, превращать в стружку, а часть его вынимать в виде цилиндра, имевшего вес 1 пуд 10 фунтов.¹⁴ Возможно, что он пользовался полым сверлом. Этот способ обработки был предложен Нартовым в целях сохранения металла от угара при переплавке отходов.

Вертикальные сверлильные машины на протяжении всего XVIII в. являлись в пушечном производстве основным видом оборудования, хотя, как отмечалось выше, более совершенные конструкции с горизонтальным размещением ствола были созданы еще в начале века. «Энциклопедия» Дидро и Даламбера описывала в 1767 г. только вертикальную машину¹⁵ с конным приводом. В Петербургском арсенале еще в 1783—1784 гг. была сооружена вертикальная сверлильная машина с конным приводом для своих нужд и другая для отправки в Брянский арсенал.¹⁶

Большой интерес представляет чертеж фасада здания для размещения вертикальной сверлильной машины в Брянском арсенале (рис. 72). Здание было сравнительно невелико в плане, но имело значительную высоту.¹⁷ Сооружение такого высокого здания было связано со значительными расходами. Вертикально-сверлильные машины были единственными среди металлорежущего оборудования, требовавшими возведения специальных зданий.

В Швеции в 1833 г. устаревшие вертикальные машины все еще были основным видом оборудования при обработке стволов орудий, как об этом свидетельствует отчет о командировке офицера Спафарьева, посланного в Швецию для изучения артиллерийского производства. Отчет Спа-

¹³ Архив АИМ, ф. 13, 1749 г., оп. 13, св. 5838, л. 5, л. 1.

¹⁴ Архив АИМ, ф. Штаба генерал-фельдцейхмейстера, 1740—1741 гг., оп. 2, св. 439, д. 529.

¹⁵ Recueil de planches sur les sciences, les arts libéraux et les arts mécaniques, avec leur explication, t. IV. Paris, 1767, Fonte des Canons, табл. XVII.

¹⁶ Архив АИМ, ф. Артиллерии, 1783—1784 гг., оп. 9, д. (1058) 1080, «О зделании в здешнем арсенале в Брянск сверленной машины, оставлению оной здесь, об отправлении другой зделанной и о протчем».

¹⁷ Архив АИМ, ф. Чертежи Брянского арсенала, д. 29, л. 1.

фарьева не опубликован, ввиду чего целесообразно привести из него выписку, касающуюся сверления.

«Горизонтальное сверление введено недавно в Швеции, но доселе употребляется как первоначальный способ для правильнейшего направления канала, который высверливается до $2\frac{1}{2}$ и $3\frac{1}{2}$ дюймов, смотря по калибру орудия. Для окончательного сверления употребляются везде вертикальные машины, на коих орудие собственною тяжестью опускается постепенно на вертящееся сверло. Не смотря на неудобства сего способа, орудия сверлятся весьма гладко и правильно, царапины внутри канала весьма редки.

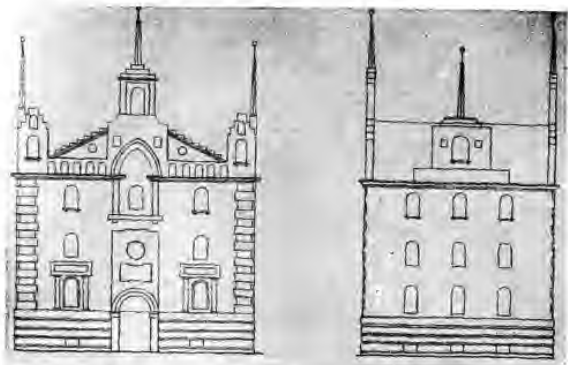


Рис. 72. Фасад и боковой вид здания для вертикально-сверлильной машины Брянского арсенала. 2-я полов. XVIII в. Заводской чертёж.

«Ожерский завод отличается в сем отношении перед прочими и превосходством обязан большому вниманию и предосторожностям, наблюдаемым при впуске гонимого сверла.

«Имея готовые машины, владельцы заводов не могут решиться оставить вдруг вертикального сверления, коего невыгоды несмотря на большой навык ремесленников, они однако чувствуют и со временем намерены заменить его горизонтальным. Среднего калибра орудия высверливается в 36 и большого калибра в 48 часов».¹⁸

Горизонтальные машины на русских предприятиях уже в конце XVIII в. приобрели право гражданства настолько, что их черчение проникло в упражнения для кадетов в Кадетских корпусах.¹⁹

¹⁸ ЦИАЛ, ф. 37, 1833 г., оп. 9, д. 695, лл. 29—30. «Об описании способа, употребляемого в Швеции при литье чугунных орудий, сделанное лейб-гвардии конной артиллерии поручиком Спафарьевым».

¹⁹ Отдел рукописей ГПБ им. М. Е. Салтыкова-Щедрина, ф. Эрмитажный, № 139, «Книга, содержащая чертежи употребляемой ныне осадной, полевой, конной и крепост-

Таким образом, переход от вертикальных машин к горизонтальным в России был осуществлен довольно рано, во всяком случае раньше, чем в Швеции, стране, со старой технической культурой и передовой промышленностью. В этом отношении представляет интерес заключение Ученого комитета Штаба корпуса горных инженеров, рассматривавшего отчет Спафарьева. В нем, в частности, говорится следующее:

«Что же касается собственно до технической части, отливки орудий и производства чугуноплавильных заводов Швеции, то в сем отношении не представляет оно ничего, что бы прежде не было уже здесь известно».

В 1810 г. для горизонтальной сверлильной машины в Петербургском арсенале проектировалась установка парового двигателя.²⁰ Это наиболее ранний случай попытки применения парового двигателя для данного вида металлорежущих станков. Желание заменить конный привод паровым было вполне естественно, если принять во внимание, что только для одной машины в Петербургском арсенале содержалось 24 лошади.²¹

Сверлильные машины являлись уникальным оборудованием. На заводах и в арсеналах они имелись в количестве одной или двух. Больше число машин встречалось только в виде исключения. Стоимость этих машин была высокой. Так, при постройке в Брянском арсенале (1804 г.) горизонтальной сверлильной машины «для двух орудий осадной и полевой артиллерии» ее сметная стоимость составляла 32 474 р. 18¾ к.²² При проектировании горизонтально-сверлильной машины для Казанского арсенала в 1812 г., проводившемся под руководством известного инженера А. А. Бетанкура, сметная стоимость изготовления деталей (без транспортных расходов и монтажа) была определена в 25 000 руб.²³ По ценам того времени это были весьма значительные суммы.

Борштанги («сверла») на машинах представляли собой крупные и дорогие детали. Так, в 1798 г. для Петербургского арсенала на Сестрорецких оружейных заводах было изготовлено два сверла для сверления единого. Это был второй комплект для двух станков. Вес сверл составлял 23 пуда 30 фунтов, стоили они 256 р. 5½ к.²⁴

Опыт французской промышленности по изготовлению пушек был обобщен математиком и инженером Гаспаром Монжем, издавшим в 1794 г. руководство,²⁵ которое в 1804 г. было выпущено на русском языке.²⁶ Эта работа Монжа сыграла определенную роль в усовершенствовании машин для обработки стволов орудий. Однако в ней содержится также

ной артиллерии, с принадлежностями их, уменьшенные против натуральных в 1/8 долю, также пороховых фабрик, литейной печи и сверлильных машин, деланная при Втором кадетском корпусе кадетами оного в классе капитана Ефимова второго, 1801 года».

²⁰ Архив АИМ, ф. Арсенальный, 1810 г., оп. 9, д. 2201, «Дело о паровой машине, для сверления орудий».

²¹ Архив АИМ, ф. Арсенальный, 1789 г., оп. 9, д. 1117, л. 11. «Об отпуске для подковки лошадей железа».

²² Архив АИМ, ф. Арсенальный, 1804 г., оп. 9, д. 1929, л. 103. «О устройении при Брянском арсенале вместо вертикальной сверлильной горизонтальной машины и о построении для арсенальных служителей казарм».

²³ Архив АИМ, ф. Арсенальный, 1812—1814 гг., оп. 9, д. 2277, л. 43. «О приготовлении на заводе Берда разных машин для Казанского и СПб. арсеналов».

²⁴ Архив АИМ, ф. Арсенальный, 1798 г., оп. 9, д. 1360, л. 1. «О делании на Сестрорецких оружейных заводах для сверления при арсенале единого двух сверл».

²⁵ G. M o n g e. Description de l'art de fabriquer les canons. Paris, 1794.

²⁶ Г. М о н ж. Искусство лить пушки. Перевод П. Раткевича и И. Горбовского. СПб., 1804.

много устаревшего материала, особенно в части описания вертикальных машин. Поэтому здесь взамен рассмотрения широко известной книги Монжа будет подробно изучено незаслуженно забытое оригинальное сочинение И. Ф. Германа, посвященное той же теме, но основанное на опыте русских заводов.

Труд И. Ф. Германа был первой оригинальной книгой на русском языке, в которой дается описание технологических процессов резания металлов в условиях крупного заводского производства, а также приводятся описания и чертежи металлорежущих станков, работавших в конце XVIII — начале XIX в. на государственных заводах (Петрозаводском и Кончезерском).²⁷

Описание явилось следствием длительного изучения этих заводов, начатого И. Ф. Германом по указу Сената в 1800 г.²⁸ В книге подробно, хотя иногда малопонятно, с ошибками в описаниях и чертежах, изложены технологические процессы и приведено оборудование для расточки каналов стволов орудий, наружной обточки стволов, сверления запалов, заделки раковин, расточки цилиндров мехов и паровых машин и их наружной обточки. Эти материалы представляют тем больший интерес, что изложение в печатной книге обеспечило их распространение и оказало влияние на устройство и усовершенствование оборудования других заводов в России.

Следует отметить, что Петрозаводский и Кончезерский заводы в отношении технической оснащенности стояли очень высоко, не ниже, чем передовые предприятия Англии, пионеры в области машинной индустрии в эпоху промышленного переворота. Необходимость изучения опыта этих заводов на предмет его распространения была основной причиной командирования туда видного ученого И. Ф. Германа.²⁹ Это же побудило опубликовать его отчет в виде книги.

Оборудование заводов было построено под руководством видного английского инженера, бывшего директора Карронского завода, натурализовавшегося в России, Чарльза (Карла Карловича) Гаскойна, организатора производства по «английской методе» и бессменного директора заводов на протяжении многих лет. Гаскойн привлек для работы на Петрозаводском и Кончезерском заводах ряд опытных английских специалистов, так что часть технического персонала заводов состояла из англичан (большинство которых натурализовалось в России). Благодаря этому опыт русских инженеров был объединен с передовыми достижениями западноевропейской техники, что обеспечивало не только ра-

²⁷ Иван Герман. Описание Петрозаводского и Кончезерского заводов и производимого при оных литья пушек и снарядов. СПб., 1803.

²⁸ ЦГИАЛ, ф. 1374, Канцелярия генерала-прокурора, оп. 2, д. 2274, «Переписка по поводу назначения члена Берг-коллегии А. Дерябина к управлению Кабинетскими заводами и поручения советнику той же коллегии Герману осмотра Петрозаводских и Кончезерских заводов».

²⁹ Иван Филиппович Герман (1755—1815) родился в Мариенгофе (Штирия). В 1781 г. уже был видным специалистом в области горного дела и читал в Вене лекции по технологии. В 1782 г. перешел на русскую службу и был принят членом-корреспондентом Академии наук. Деятельно участвовал в изучении и улучшении горно-заводского дела в России. В 1790 г. избран ординарным академиком по кафедре минералогии и продолжал исполнять различные работы по изучению и улучшению работы горных заводов. В 1801 г. назначен начальником Екатеринбургского горного правления. С 1806 г. — член Берг-коллегии. Обширные материалы о горных заводах, собранные И. Ф. Германом, были им обобщены во многих статьях и книгах. Из них наибольшую известность получило сочинение «Историческое начертание горного производства в Российской империи» (Екатеринбург, 1810).

циональные формы ведения производства, но также высокий уровень технической оснащенности заводов. Оборудование и методы производства, применяемые на этих заводах, передавались другим предприятиям, конечно, не только с помощью книги акад. И. Ф. Германа, а преимущественно благодаря командировкам на эти заводы технического персонала и квалифицированных рабочих других заводов и соответственно выездам персонала Петрозаводского и Кончезерского заводов.

По данным И. Ф. Германа, на обоих описываемых им заводах имелось в числе оборудования

«станков свирельных	10
для нужд подделывания раковин	1
рески винтов	1
токарных	1, 30

Как будет показано ниже, в группу «станков свирельных» Герман зачислил также и различные другие виды оборудования.

На рис. 73³¹ изображена в плане группа из четырех станков, движимых одним водяным колесом. Хотя в приведенном выше перечне все они показаны как сверлильные, однако сам И. Ф. Герман два средних именует «токарными». Они были предназначены для обработки стволов орудий снаружи, а два крайние станка — для отрезания прибылей, т. е. по терминологии Германа, это «рэзные» станки. Стволы орудий, подвергавшихся этим видам обработки, вместе с применявшимися приспособлениями и инструментами представлены на этом чертеже.

Сам процесс наружной обточке на «токарном» станке был весьма прост. На левом среднем станке видна доска, вырезанная по наружным очертаниям сечения обрабатываемого ствола. На нее клали бруски абразивов, с помощью которых и «обтирали» наружную поверхность вращающегося ствола. Подобный способ резания металла абразивом имел уже к описываемому времени большую давность и поэтому в техническом отношении интереса не представляет. Однако на рассматриваемом чертеже и соседнем с ним показаны характерные способы закрепления винградской части ствола орудия в своеобразном патроне, называемом И. Ф. Германом «соединительной коробкой», а также устройство для включения и отключения станка от привода, которые совершенно однотипны на всех агрегатах, предназначенных для наружной обточке, отрезания прибылей и рассверливания канала. Об их конструкции и работе он сообщал следующее:

«Соединительные коробки пушек имеются на всех станках одинаковой фигуры и величины; в оные же вкладываются другие разной величины, судя по вингирадам пушек, или лучше сказать, каждый калибр пушки имеет особенную для себя соединительную коробку. Винградная сия коробка вкладывается в местную так, чтобы центры обеих коробок, то есть валков и пушки, составляли одну горизонтальную, прямую и параллельную продольным брускам линию. Винградная коробка укреплается внутри местной коробки посредством винтов, протертых сквозь винтовую железную шину и чугунную стену сей местной коробки. Поедику в последней из сих не можно сделать винтового хода по причине кропкости металла, то и продеваются для проходу винтов в стене одни токмо круглые отверстия. Шины вокруг коробки располагаются двояким

³⁰ Иван Герман, у.к. соч., стр. 24.

³¹ Там же, табл. XVII.

образом: у иных железная полосовая и изогнутая шина облегается вокруг коробки с трех сторон, а с четвертой полагается накладка; у иных же коробок с двух противных сторон по железной полосе с винтовым ходом, а с других двух сторон завинченные к первым накладки. На котором станке сверлялся пушки большого калибра, тех станков коробки имеют шесть винтов для скрепления винтадов, на котором же меньшего калибра, там только 4 винта. Между коробкою и винтами полагаются куски дерева; и когда таким образом помощью винтада укрепляют пушку в ко-

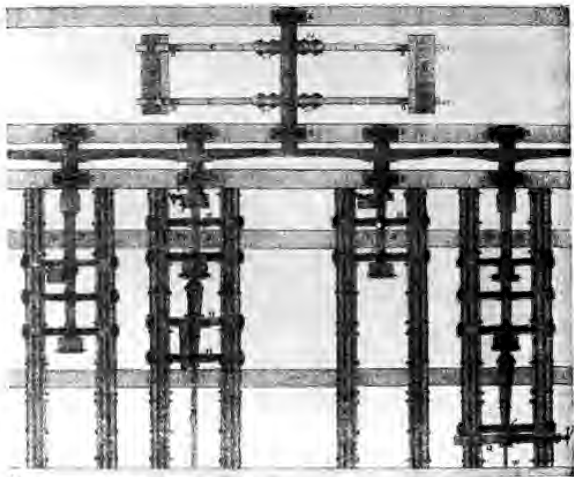


Рис. 73. Комплект машин для обработки ствола орудия. Петрозаводек. Конец XVIII в.
По И. Ф. Герману.

робке».³² Описываемая Германом «соединительная коробка» вместе со связанным с ней «коробчатым наком» изображена на рис. 74.³³

Таким образом, все станки имели одинакового вида патрон, в который вставлялась винтадная коробка разных размеров, пространство между внутренней поверхностью патрона и коробкой заполнялось древесиной, и коробка стягивалась болтами. Такие устройства были обычны и на других заводах в России и на Западе.

Ствол орудия вращался в разъемных подшипниках из мягкого чугуна, число которых зависело от размеров обрабатываемого предмета. Эти под-

³² Там же, стр. 99—100.

³³ Там же, табл. XXIII.

шипники являлись, по существу, люнетами: «... дульную часть положивши на находящийся в подупке подшипник, накладывают накладку и завинчивают довольно крепко гайками; однако так, чтоб при движении пушки не было сильного трения, ибо от сего уменьшается действие силы употребляемой при сей машины, то есть воды. Для большого ж укрепления пушки в станке, заколачивают между прибылью и другим каким-нибудь плотным в своем основании укрепленным телом над стеною доску или какое-нибудь другое сему подобное и крепкое тело».³⁴ Таким образом, значение уменьшения трения частей станка в процессе резания было уже вполне осознано не только в среде ученых (это, как показано выше, от-

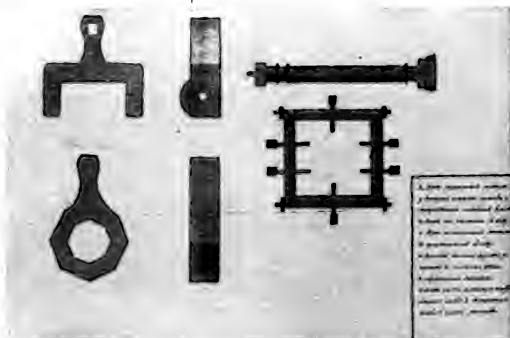


Рис. 74. Детали устройств для закрепления заготовок и детали включения. Петрозаводск. Конец XVIII в. По И. Ф. Герману.

мечал А. К. Нартов), но и в среде производителей. Равным образом не вызвала сомнения необходимость устранения длинных консолей при действии на них сил резания для предотвращения вибраций и других нежелательных явлений в процессе резания.

Для включения и выключения станка было применено следующее устройство. Вал, приводивший в движение ствол орудия, делался составным из двух или трех частей в зависимости от длины обрабатываемой заготовки. Отдельные части вала соединялись двумя мотылями: неподвижным, насаженным на один отрезок вала, и подвижным (рис. 74), насаженным на соседний отрезок вала. Палец подвижного мотыля имел отверстие, в которое забивался клин. Клин упирался в палец неподвижного мотыля и заставлял вращаться вал. Это хорошо видно на рис. 73. Можно было обойтись и без выбивания клина. Подвижной мотыль в своих ветвях имел отверстия, через которые проходил болт, соединявший мотыль с валом. При ударе молотом по отростку мотыля, в котором сидел клин,

³⁴ Там же, стр. 100—101.

мотыль вращался вокруг болта и клин выходил из контакта с пальцем неподвижного мотыля. Эта система включения и отключения с помощью ударов молота не могла содействовать точности обработки, но, учитывая большие размеры машин, была в то время едва ли не единственно возможной. Описание включения станка дано И. Ф. Германом (приведено несколько ниже) в связи с изложением технологического процесса отрезания прибылей. Столь грубые способы включения и выключения тяжелых станков были обычны не только в России, но и в странах Западной Европы.

Отрезание прибылей производилось на двух крайних изображенных на рис. 73 станках с помощью несложного устройства, отдельно показанного на рис. 75. Это устройство и работа с его помощью подробно описаны И. Ф. Германом.

«Он состоит из винта, который ходит в (гайке, — Ф. 3.) соразмерной судя по его диаметру; другая же часть есть резок, то есть железный четырехгранный брусок со стальной на конце наваркою, сточенный на подобие долота. Он ходит в чугунном косяке таким образом, что может подаваться вперед и зад только посредством винта, а в стороны никуда. В винте же, то есть его головке, есть дыра, чрез кою продета ручка, которую работник, пустивши станок в ход (то есть из одной лапы³⁵ или ее дыры высовывает железный клин, за который другая лапа, будучи уже в движении, задевает и валек приводит в движение; а от сего и пушка движется кругом по ее длине), вертит винт так, чтоб он подавался вперед, а тем бы сам и нажимал резок в его зад. От сего нажима резок, подавшись вперед до самой прибыли, чрез нарочитое время ее отрезывает; работник же при каждом обороте пушки нажимает резок вперед к прибыли; когда же он приметит, что тела в пушке больше изрезано, нежели сколько надобно было, судя по диаметру канала пушки, то, остановивши станок, вставляет в вырезанную полость железный клин и бьет по нем молотом до тех пор, пока прибыль отвалится».³⁶

Применение описанного переносного, хотя и немеханизированного суппорта, было новым. В иностранных источниках того времени сведений о подобных устройствах нет.

Теперь обратимся к изучению второго агрегата, описанного и вычерченного И. Ф. Германом. Этот агрегат «представляет вообще сверильную для маленьких пушек, станок для точки и внутренней полировки больших цилиндров и особенное устройство, служащее для приведения в движение двух точил для точки ядер».³⁷

Объединение разнородного оборудования вокруг одного водяного группового привода было вообще весьма характерно и вызывалось стремлением полнее использовать дефицитную движущую силу воды. Некоторые машины работали нередко только во время простоя основного оборудо-



Рис. 75. Суппорт для отрезания литейных прибылей. Петрозаводск. Конец XVIII в.
По И. Ф. Герману.

³⁵ Ранее И. Ф. Герман называл эту «лапу» мотылем.

³⁶ Иван Герман, ук. соч., стр. 101—102.

³⁷ Там же, стр. 196.

дования. Например, из переписки Н. Н. Демидова с Е. А. Черепановым можно видеть, что рекомендовалось около одного водяного колеса группировать вместе с металлорежущим станком самые разнородные устройства вплоть до мельниц, крупорушек и маслобоек.³⁸ К горизонтальным сверлильным машинам в Петербургском арсенале в 1805 г. по приказу ген. А. А. Аракчеева были пристроены в тех же целях машины «для точения колес под орудия, для сверления ладыг с наметками и нарезывания винтов и гаек к лафетам»³⁹ с тем, чтобы лучше использовать конный привод.

Остановимся на процессе обработки канала ствола орудия, как его описывает И. Ф. Герман.

«По отметке прибыли вышеописанным способом укрепится пушка и сверху закроется завинченною накладкою. Центр же для капала находят тем, что кладут попереки продольных брусев доску подле самого дула; потом приложат мел к дульной части к тому месту, где надлежит просверливаться каналу, пускают в движение пушку, на которой от ее обращения остается меловой круг; в этом круге делают другой, а (затем, — Ф. 3.), третий круг и (так, — Ф. 3.) до тех пор, пока дойдет до истинного центра, который означают тонким тычком; потом близ дульной части пушки полагается спереди подушка, на которой подпишник, и кладется сверло; а под оное также кладется чугунный подпишник с полукруглою выемкою, в которую полагается сверло; с боков же укрепляется деревянными кольями, упираемыми одним концом в продольные брусья, а другим — в перья сверла. Каждое сверло при конце шеста своего имеет заплечики, а в сии прорезана нажимательная тележка, которая надавливает сверло на пушку и имеет на лицевой доске отверстие с прорезком. В отверстие сие вкладывается сверло так, чтобы оба прорезка составляли одну дырку, которую заколачивают клинышком, дабы не имело сверло в бока ни малейшего движения; заплечики же при сверлах служат для того, чтобы сверло не уходило в отверстие тележки».⁴⁰

Из этого отрывка видно, что станки предназначались для сверления глухих пушек, без канала, т. е. были рассчитаны на срезание больших масс металла. Процесс нахождения центра «мелком», описанный Германом, хорошо известен каждому токарю и в наши дни. Борштанга («сверло») для уменьшения вибраций опиралась на дополнительный подпишник и подкреплялась в самой «нажимательной тележке» «клинышком».

«Нажимательная тележка», осуществлявшая автоматическую подачу при резании, хорошо видна на фиг. 76. Чертежи ее отдельных деталей дополнительно изображены в книге Германа на отдельных таблицах. Она сама и выполняемая ею функция подробно описаны И. Ф. Германом. «Нажимательная тележка накладывается на два валика; на один, который имеет в обе стороны нажимательной тележки по два разных колеса, одно зубчатое, совершающее свое движение по зубчатой полосе, а другое, в которое для нажима вкладывается с тяжестью ломок; а на другой, задней, который, имея по обеим сторонам тележки по одному простому колесу, имеющему движение по рубцу зубчатой змейки, подле самих зубцов, от чего тележка и не может иметь никакого в стороны движения.

«При сей нажимательной тележке зубчатые колеса составлены из двух частей, а именно: из одного гладкого колеса, которого диаметр больше

³⁸ В. С. В и р г и н с к и й. Жизнь и деятельность русских механиков Черепановых. М., 1956, стр. 300.

³⁹ Архив АИМ, ф. Арсенальный, 1805 г., оп. 9, д. 1986, л. 1.

⁴⁰ Иван Герман, ук. соч., стр. 102—103.

и оное вместе с вальком и отливается, и из другого зубчатого, которого диаметр меньше и сие к гладкому прикрепляется посредством шести винтов. На заднем вальке колеса гладкие, которые вместе с ним и отливаются.

«Колеса, в которые вкладываются для нажима тележки вальки с тяжестью, надеваются на вал подле самых продольных брусьев и расклиниваются между вальком сухими клиньями, а после смачивают. Тележка накладывается на вальки так, что спи проходят между двумя у тележек с обеих сторон находящимися пощками.

«И так когда в колесе, которое находится на одном вальке с зубчатым, положится ломок с тяжестью не слишком вертикально и не слишком наклонно, тогда валец, стремясь к центру земли, приводит в движение самую тележку, надавливающую сверло на пушку».⁴¹

Таким образом, тележка, механически подающая «сверло», имела две оси с шестнинами на них гладкими ходовыми колесами. Четыре гладких колеса, катясь по гладким направляющим, обеспечивали, насколько это возможно, прямолинейность подачи. Механизацию последней создавали грузы, действовавшие на переднюю ведущую ось тележки. По мере приближения груза к горизонтали его переставляли в ближайшее отверстие. Передняя ось тележки была снабжена еще двумя зубчатыми колесами, сцеплявшимися с зубчатыми рейками, проложенными вдоль станины. Зубчатые зацепления должны были предотвратить смещения тележки, создать равномерность ее движения и устранить возможность обратных движений в момент перепоса грузов. Обратные движения привели бы к созданию волнистой поверхности канала ствола орудия. Сколь ни примитивна была механизация движения тележки, все же ее применение следует считать прогрессивным методом.

Описанный И. Ф. Германом процесс обработки стволов артиллерийских орудий сохранялся без существенных перемен на протяжении первой четверти XIX в.,

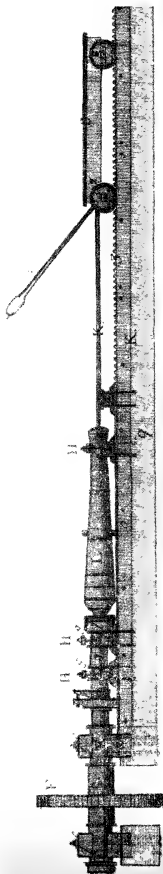


Рис. 76. «Нажимательная тележка». Петрозаводск. Конец XVIII в. По И. Ф. Герману.

⁴¹ Там же, стр. 103—104.

о чем свидетельствуют многочисленные литературные и архивные материалы. В дальнейшем, под влиянием роста технических возможностей машиностроения, и в первую очередь общего станкостроения, этот вид специального оборудования получил основные черты современных нам машин.

Обратимся к изучению оборудования, которое было предназначено для выполнения на орудийном стволе более мелких, но весьма существенных операций.

Обточка цапф была сложной работой, так как при их обработке было необходимо обеспечить равенство диаметров обеих цапф и наличие у них общей оси, которая должна была, кроме того, пересекаться с осью канала ствола орудия.

Сначала обработка цапф велась слесарями вручную, но при этом выполнить перечисленные выше условия было очень трудно. Поэтому начались поиски средств механизации этой работы. Наиболее старой «сапфной машиной» является установленная в 1812 г. на Нижне-Исетском казенном заводе по проекту известного уральского машиностроителя Ивана Никитича Подоксенова (1759—1833).⁴² Ее чертеж представлен на рис. 77. Машина приводилась в действие водяным колесом. Станиной ей служил массивный деревянный сруб, скрепленный со сваями. Столь мощный фундамент способствовал устранению вибраций, которые могли возникнуть в процессе резания и вредно влиять на качество обработки.

Главное движение осуществлялось очень просто. Вал с сидящим на нем водяным колесом заканчивался муфтой 13, в которую вставлялись режущие инструменты. В процессе резания последовательно использовались отрезной резец 15 и чистовой резец 16. Движение подачи было более сложным, так как при этом ствол орудия надвигался на резец. Ствол орудия 18 устанавливался на платформе 11 и закреплялся на ней накладками. Платформа 11 могла скользить по направляющим 10, перемещая установленный на ней ствол орудия. Перемещение осуществлялось за счет вращения зубчатого колеса 20, закрепленного на валу 19 и находившегося в зацеплении с зубчатой рейкой, прикрепленной к платформе 11. Вращение зубчатого колеса 20 было механизировано так, как это было выполнено у станков Петрозаводского завода. Здесь также был применен рычаг с грузом, вставлявшийся в гнезда специального колеса, посаженного на один вал с колесом 20.

Описанный станок хотя и механизировал процесс обработки цапф, заменяя собой резание слесарными пилами вручную, но не обеспечивал выполнения работ с соблюдением требований, необходимых для исправного действия орудия. Поэтому усовершенствования станка для обработки цапф продолжались.

На рис. 78 представлен чертеж станка для обточки цапф, датированный 1824 г. и относящийся к оборудованию Петербургского арсенала.⁴³ Сохранился еще и другой чертеж этого же цапфного станка, но менее подробный, который подписан «подпоручик князь Максатов».⁴⁴

Зубчатое колесо 1 получало движение от другого зубчатого колеса, связанного с валом водяного колеса, на чертеже не показанного. Зубча-

⁴² ГИАСО, ф. 25, оп. 2, д. 7931, «План и профиль машине, вновь построенной по проекту гиттенфервальтера Подоксенова при Нижнеисетском казенном заводе в 1812-м году в феврале месяце того года».

⁴³ ЦГИАЛ, ф. 485, оп. 5, д. 904, л. 5.

⁴⁴ ЦГИАЛ, ф. 1424, оп. 4, д. 995, л. 23 (чертеж цапфного станка).

тое колесо 1 сидело на валу 2, который соединялся с валом 3 с помощью обвивавшегося в проушины мотылей клина, как это выше было описано.

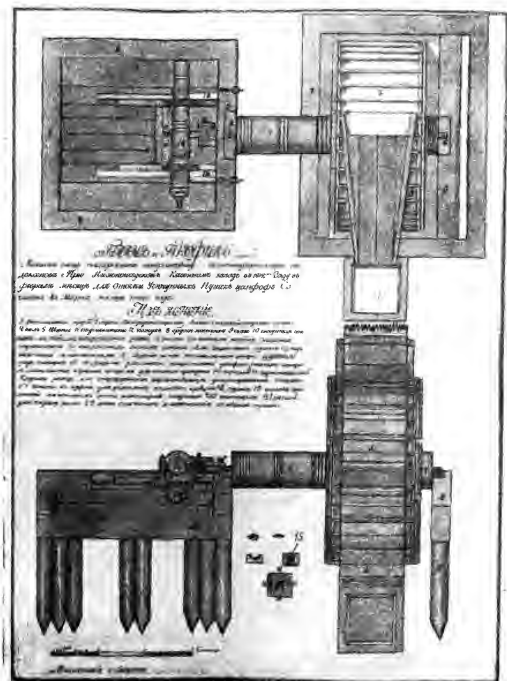


Рис. 77. Машина для обработки цапф стволов артиллерийских орудий. Нижне-Исетский завод. 1812 г. Конструкция И. Н. Подкошенова. Заводской чертёж.

по данным И. Ф. Германа о станках для сверления стволов орудий. На валу 3 были посажены два одинаковых широких зубчатых колеса 4, в зацеплении с которыми постоянно находились зубчатые колеса 5. Ствол орудия зажимался за цапфы центрами 6, которые могли перемещаться

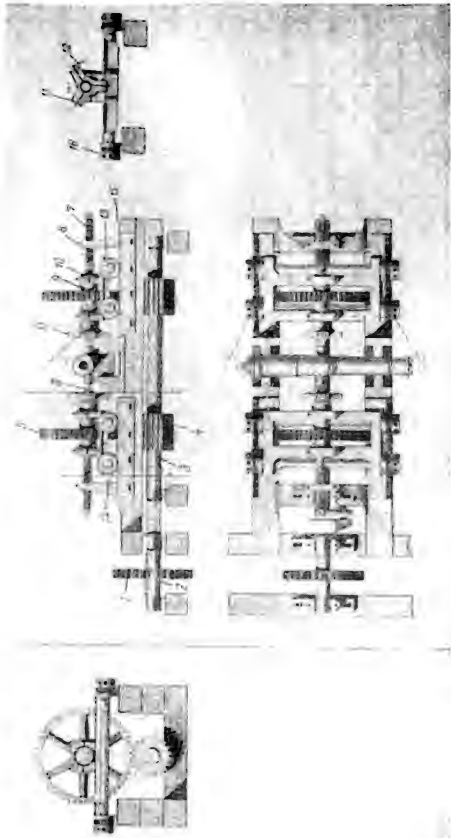


Рис. 78. Машина для обработки чугуна. 1824 г. Чертеж одного из русских заводов.

при вращении винтов 7. Последние вращались вручную с помощью переносных ключей-рукояток, накладывавшихся на завершавшие их квадраты. Дульная и казенная части орудия поддерживались люнетами.

Винты 7 вращались в неподвижных гайках 8. Часть тела винтов 7, примыкавшая к центрам, не имела нарезки и могла свободно вращаться внутри полых валов 9, на которых были неподвижно посажены зубчатые колеса 5. Винты 7 вращались вручную только во время установки ствола орудия на станке, когда последний был выключен. Во время работы станка винты 7 были неподвижны. Полые валы 9 опирались на подшипники 10 и проходили сквозь них. В сторону цапф они заканчивались раструбами, в которые при перемещении полых валов 9 вдоль своей оси свободно могли входить цапфы. На раструбках размещались по три маленьких суппорта 11 с резцами, производившими обработку цапф. Подача резцов осуществлялась вручную воротками 12. Подшипники 10 были укреплены на тележках 13 крупными винтами. Колеса 14 тележек имели зубчатые венцы, сцеплявшиеся с зубчатыми рейками 15, проложенными по станине станка. Кроме зубчатого венца, на колесах 14 имелся еще один венец 16, в котором на равных расстояниях были сделаны отверстия.

Познакомившись с устройством станка, опишем процесс обработки на нем цапф. Ствол орудия помещался на люнеты, а затем, вращая винты 7, его зажимали за цапфы. После этого включали станок, вбивая клин между мотылями валов 2 и 3. Тогда начинал вращаться вал 3, широкие зубчатые колеса 4, находившиеся с ними в зацеплении колеса 5, полые валы 9, раструбы и сидевшие на них суппорты 11. Таков был механизм главного движения. Глубина резания регулировалась вручную воротками 12. Для осуществления подачи в венцы 16 колес 14 тележек 13 вставляли рычаги с тяжелыми грузами на концах, которые заставляли медленно вращаться колеса 14 и перемещаться тележки 13. Наличие зубчатых колес и реек 15 обеспечивало в известных пределах равномерность движения тележек 13, предотвращало возвратные движения и смещения. При перемещении тележек 13 перемещались вдоль станины подшипники 10 и толкали полые валы 9. При этом перемещались раструбы полых валов и расположенные на них суппорты 11. Благодаря значительной ширине зубчатых колес 4 они не выходили во время подачи суппортов 11 из зацепления с колесами 5 и главное движение не прерывалось. По мере приближения к линии горизонта рычаги с грузами переносились в следующие отверстия венцов 16 колес 14 тележки. Таков был механизм движения подачи.

Описанный станок гораздо совершеннее машины, разработанной на 12 лет ранее Подоксеновым (рис. 77). Он способен был обеспечить основные условия обработки цапф, которые были изложены выше. В то же время станок в конструктивном отношении был оригинален и имел довольно сложное устройство. Конструирование и эксплуатация такого рода специальных станков позволяли накопить опыт, необходимый для дальнейшего усовершенствования машин, предназначенных для обработки металлов резанием.

Для проходки отверстий в вингидах орудийных стволов применялись специальные станки. Проект такого станка, относящийся к 1834 г. и предполагавшийся к постройке на одном из заводов Урала (Каменском), представлен на рис. 79.⁴⁵ Устройство станка очень просто. Он приводился

⁴⁵ ГИАСО, ф. 25, оп. 4, д. 7890, «План и профиль машины, предложенной к выстройке для высверливания у вингидаов дыр».

ром кратко уже упоминалось выше. Он описан Я. Лейпольдом.⁴⁶ Этот способ состоял в том, что внутрь обрабатываемой цилиндрической полости вводили деревянный цилиндр (оструганное бревно), который значительно превышал по длине обрабатываемый предмет. На бревне, в поперечном направлении, устанавливался резец в виде скребка. Несколько рабочих брались за концы бревна, выступавшие из цилиндрической полости, и двигали его вдоль ее образующей. Кроме осуществления возвратно-поступательного движения бревна, рабочие понемногу его поворачивали и таким способом постепенно снимали припуск на обработку. После этого в полость вводилось другое бревно, смазанное смесью сала с наждаком, и производилось шлифование. Такой метод обработки, естественно, не мог дать большой точности.

Когда в 1760 г. известному английскому машиностроителю Рейнольдсу потребовалось обработать цилиндр диаметром 28 дюймов (около 711 мм), то он прибег к аналогичному способу, лишь заменив бревно свинцовой отливкой. Однако разность перпендикулярных диаметров, замеренных после такой обработки, составила, по выражению Рейнольдса, характеризовавшему способы измерения и их точность, «полмизинца».⁴⁷

Такие результаты обработки никак не соответствовали новым потребностям машиностроения, так же как и громадные затраты труда. Поэтому начались попытки применения машин для расточки цилиндров. Наиболее подходящей и хорошо освоенной была машина для расточки каналов стволов орудий. Эта конструкция и была использована прежде всего. На ней издавна применялись борштанги с насаженными на конце режущими головками. Диаметр последних соответствовал диаметру обрабатываемого отверстия. Канал ствола обычно не имел больших диаметров при большой длине и соответственно большой длины при большом диаметре. Поэтому при обработке ствола на горизонтальной машине вес режущей головки не оказывал заметного влияния на точность обработки.

При использовании горизонтально-сверлильной машины для расточки цилиндров насосов, воздушных мехов и паровых машин положение изменилось. Здесь диаметр режущих головок оказался весьма большим и сами они — весьма тяжелыми. Борштанги, являясь консольными балками, нагруженными на конце, оказывались достаточно длинными и, несмотря на значительный диаметр, подверженным заметному изгибу под действием большого веса головок и значительных усилий резания. Поэтому обрабатываемые ими цилиндрические полости приобретали в сечении вертикальной плоскостью яйцеобразную форму. Для того чтобы это несколько исправить, цилиндры после каждого прохода режущей головки поворачивали на 90°. В результате сечение цилиндра получало форму, удовлетворяющую требованиям, предъявляемым при изготовлении цилиндров водяных насосов и паро-атмосферных машин.

В 1769 г. английский машиностроитель Смитон усовершенствовал обычную горизонтальную машину. В станке Смитона борштанга получила опору на свободном конце (как это показано на рис. 80) в виде тележки.⁴⁸ Последняя могла свободно перемещаться внутри обрабатываемого цилиндра. Такое конструктивное решение не соответствовало уровню техники, так как не могло обеспечить необходимой точности обработки.

⁴⁶ J. Leupold, ук. соч., стр. 67—69.

⁴⁷ E. A. Forword. The Early History of the Cylinder Boring Machine. Transactions of the Newcomen Society for the Study of the History of Engineering and Technology, vol. V, 1924—1925, стр. 24—38.

⁴⁸ John Farry. A Treatise on the Steam Engine. . . London, 1827, стр. 294.

Все части тележки не могли быть выполнены с достаточной точностью. При передвижении тележки ее части занимали различное положение относительно друг друга. Отступления от размеров, допущенные при изготовлении отдельных деталей тележки, в определенные моменты могли складываться и давать весьма значительные разности в положении борштанги и соответственно отступления от требующихся размеров цилиндра. Так же не мог быть точно уложен рельсовый путь для тележки, а ее перемещение непосредственно по неровностям необработанной поверхности цилиндра было еще менее желательным. Кроме того, вся система была лишена жесткости. Вследствие всех этих обстоятельств машина Смитона не внесла большого улучшения в качество обработки цилиндров и проблема оставалась нерешенной.

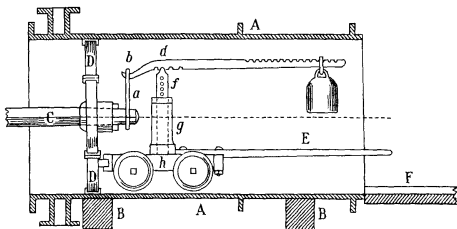


Рис. 80. Устройство Смитона для расточки цилиндра паровой машины. 1769 г. По Д. Фэри.

Как известно, в 1765 г. И. И. Ползунов занимался обработкой частей своей паровой машины, в том числе цилиндров. Так как машина работала успешно, то представляется несомненным, что ее цилиндры были расточены с необходимой точностью. Однако описаний и чертежей примененного для этого оборудования пока не обнаружено.⁴⁹

В книге И. Ф. Германа, посвященной оборудованию Петрозаводского и Кончезерского заводов, подробно описан станок для расточки цилиндров.⁵⁰ Его конструкция является прекрасной иллюстрацией высказанного выше положения, что в начальный период развития этого вида оборудования основные устройства заимствовались от хорошо разработанной конструкции станков для рассверливания канала ствола орудия. Процесс обработки крупных цилиндров внутри и снаружи на специальном станке (рис. 81) Герман описывает следующим образом: «Напоследок следует упомянуть, что на самых тех свиреленных станках сверлят и обтачивают цилиндры к мехам и паровым машинам употребляемые, а при сей работе поступают следующим образом:

«Для сверления их потребна чугунная с четырехугольною головою круглая доска равного с цилиндром диаметра. Доску сию головкою укрепляют к винградской коробке центром посредством шести винтов, проходящих через железную шину и чугунную стену местной коробки. К опой

⁴⁹ И. Я. Конфедератов. Иван Иванович Ползунов. М.—Л., 1954, стр. 225, 232.

⁵⁰ Иван Герман, ук. соч., табл. XXI.

чугунной доске прикрепляется самый уже цилиндр сквозь поля его и доску чугунную продетыми железными винтами; ежели цилиндр будет длинен, тогда он кладется на две особенного устройства подушки, в противном же на одну только; ежели же цилиндр не очень велик в поперечнике, тогда кладут на подушку деревянной или чугунной подшипник судя по его толстоте, сверху скрепляется еще он завинченной накладкою. В рассуждении верности положения цилиндра должно точно согласоваться с положением пушек, то есть: чтобы ось вальков и ось цилиндра и сверла составляли одну прямую горизонтальную и параллельную

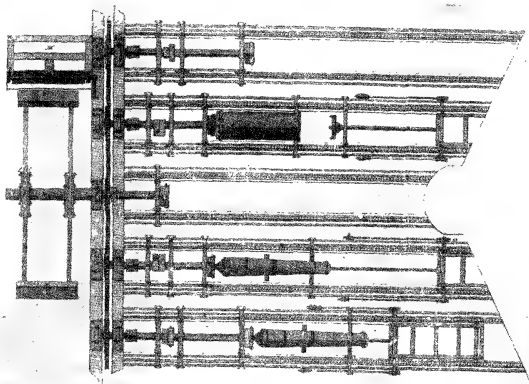


Рис. 81. Машина для обработки цилиндров паровых машин. Петрозаводск. Конец XVIII в. По И. Ф. Герману.

продольным брусом линию; укрепивши таким образом весьма крепко и верно цилиндр, приступают к работе для укрепления сверла к нажимающей тележке, что делается равно как и у пушек следующим образом: цилиндр при отливке всегда принимает по крайней мере лишнюю на три десятых толщину, а есть ли оной будет сверлиться и обтачиваться, тогда в нее более; сверху при цилиндрах имеют многообразные фигуры, составляются они из трех частей. Из шеста головки и брусков головка вдевается на шест и расклинивается, как было прежде упомянуто; к головке в отлитые нарочно для того отверстия полагаются из весьма хорошей стали бруски, закрепляют их чугунными клинышками, потом вкладывают сверло в тележку, заклинивают в прорезе, полагают сверла на подушку, потом посредством налагаемой на ломок тяжести для того потребной, начинают сверлить; по высверливании вместо брусков проходят деревом, смазываемым постным маслом, а дерево как можно туже набивают между головкою сверла и внутреннею стороною цилиндра, проходя таким образом раза два, цилиндр бывает совсем готов.

«Обтачивают их и с поверхности, что делается также посредством брусков, полагаемых на доску, парочно для того приготовленную так, чтобы она была немного ниже горизонтальной, мысленно от центра проведенной линии, а при сверлении немного выше; иногда цилиндры имеют украшения, как-то: карнизы и прочее, то ежели с поверхности цилиндра они видимы, тогда точно такую же фигуру в меру настоящего украшения делают на брусках вдавливая».⁵¹

В приведенной выше выдержке И. Ф. Герман прежде всего описал патрон, представлявший собой чугунный диск с центральным четырехгранным приливом. Последний прикрлеяли к винградской коробке, уже описанной подробно выше, а к диску «приваливали» фланцами цилиндр, подлежащий обработке. «Привалка» осуществлялась винтами. По длине цилиндр поддерживался одним или двумя люнетами.

Особое внимание Герман рекомендовал обратить на правильность установки цилиндра: «чтобы ось вальков (станка, — Ф. 3.) и ось цилиндра и сверла составляли одну прямую горизонтальную и параллельную продольным брускам (станка, — Ф. 3.) линию».

Припуски на обработку предусматривались очень значительными. Для цилиндра, подлежащего только шлифовке внутри, толщина стенок отливки должна была превышать на 30% заданную в изделии. В том случае, если предстояла расточка внутри и обточка снаружи, толщина стенки отливки должна была превышать, как указывал Герман, на 60% данную чертежом. Необходимость в столь больших припусках на обработку показывает, что на описываемых станках нельзя было добиться точной установки обрабатываемой детали. Величина припусков характеризовала не только ошибки литья, но в известной мере также и качества станка.

Режущий инструмент состоял «из шеста, головки и брусков», т. е. борштанга, режущей головки и ее вставных зубьев. Борштанга представляла собой достаточно прочный и жесткий металлический стержень. Головка была чугунной, так как указывается, что она литая, и имела вид диска. Бруски, или зубья, были «из весьма хорошей стали». Они закреплялись в специально предусмотренные при отливке отверстия головки с помощью «чугунных клинышков». С помощью «клинышков», т. е. шпонок, головка закреплялась на борштанге. Режущий инструмент, подготовленный к использованию виден на рис. 81. Для повышения его жесткости и уменьшения вибраций применялась промежуточная опора.

Шлифование внутренней поверхности цилиндров производилось при помощи деревянных брусков, устанавливаемых в головке взамен стальных зубьев и смазываемых растительным маслом с порошкообразным абразивом. Для того чтобы получить достаточно отшлифованную поверхность, требовалось два прохода деревянных брусков.

Наружная обработка цилиндров была вполне аналогична описанной выше шлифовке стволос орудий. Она осуществлялась также с помощью досок, соответствовавших по своей форме контурам цилиндров, и абразивных брусков, размещаемых по краям досок и прижимаемых к цилиндру вручную. Для того чтобы резание происходило интенсивнее, доски размещали несколько ниже горизонтальной плоскости, проходящей через ось цилиндра.

Факт существования в России около 1800 г., или немного ранее, станков, специально предназначенных для расточки цилиндров паровых

⁵¹ Там же, стр. 111—113.

машин и воздуходувных мехов, в книге И. Ф. Германа отмечается впервые. В литературе по истории техники этот знаменательный факт, свидетельствующий об определенном уровне оснащенности производства машинами, оставался до настоящего времени не освещенным, и исследователи истории паровых двигателей его не использовали.

Как известно, И. П. Кулибин много работал над актуальной проблемой замены труда бурлаков другими видами тяги. Эта проблема была актуальна не только для России, но и для других стран Европы, не исключая Англии. Около 1800 г. И. П. Кулибин пришел к выводу о целесообразности применения паровых машин на судах. В связи с этим он начал работать над способом изготовления наиболее трудной для обработки детали машины — цилиндра. В Архиве Академии наук СССР сохранилась записка И. П. Кулибина, касающаяся создания станка для обработки цилиндра паровой машины.⁵²

По записке Кулибина трудно составить полное представление о конструкции машины, однако совершенно ясно, что предполагалось проводить работы в два этапа: сначала обдирочные по снятию литейной корки, а затем уже собственно расточные.

Для обдирочных работ предполагалось применить пружинные колодки, производящие шлифование с помощью воды с наждачным порошком или толченым кремнем. Такое решение было вполне правильным, так как режущий инструмент в то время плохо выдерживал снятие литейной корки и легко ломался, а в лучшем случае быстро тупился. Собственно расточные работы предполагалось вести с помощью резцов или слесарных пил, имеющих в сечении форму сегмента, укрепленных в специальной раме.

Напомним, что оборудование Петрозаводского и Кончезерского заводов не уступало лучшим иностранным. Примитивность и несовершенство конструкций станков для обработки больших цилиндров на этом заводе характеризовали их состояние и в других странах, не исключая Англии. После ознакомления с этими конструкциями становится понятным, какой громадный шаг вперед был сделан Вилкинсоном, создавшим новый станок, к описанию которого мы переходим. Заметим, однако, что свое изобретение Вилкинсону долго удавалось хранить в тайне, и он почти четверть века был монополистом в области точной обработки больших цилиндрических полостей.

Потребность в точной обработке цилиндров стала особенно настоятельной в последней четверти XVIII в., когда получили распространение цилиндрические воздуходувные меха, а затем паровые машины Уатта. Как показывают рассмотренные выше материалы книги И. Ф. Германа, в России работали над созданием машин для обработки цилиндров. Однако в Англии, постепенно превращавшейся в «кузницу Европы», эти работы велись шире. Кроме того, история техники Англии изучена довольно основательно, а работы русских станкостроителей не изучены вовсе. Поэтому известные материалы об английских станках для обработки цилиндров несравненно более обширны. Они собраны в ряде статей, в частности в обстоятельной статье Форуорда.⁵³

Первой машиной, специально предназначенной для расточки цилиндров паровых машин, конструктивные особенности которой сохранились

⁵² Рукописные материалы И. П. Кулибина в Архиве Академии наук СССР. Составили Н. М. Раскин и Б. А. Малькевич. М.—Л., 1953, стр. 287. (К цилиндрам. О токарной машине).

⁵³ E. A. Forword, ук. соч., стр. 24—38.

на протяжении длительного времени, был станок Джона Вилкинсона, построенный около 1775 г. на Бершемских заводах в Англии. Эта машина обеспечивала невиданную точность исполнения. На ней был обработан цилиндр машины Уатта. Последний испытал множество трудностей в отношении доброкачественной расточки и, осмотрев работу Вилкинсона, в восторге писал своему компаньону Болтону о том, что разница перпендикулярных диаметров цилиндра диаметром 72 дюйма (около 1829 мм) в любой его части не превышает толщины шестипенсовой монеты ($\approx \frac{1}{16}$ дюйма—1.6 мм). Результаты же обработки на машине Смитона давали разность, равную «толщине пальца». Отсюда явствует, что Вилкинсон достиг подлинного прогресса, и это было одним из важных обстоятельств, содействовавших широкому распространению машины Уатта.

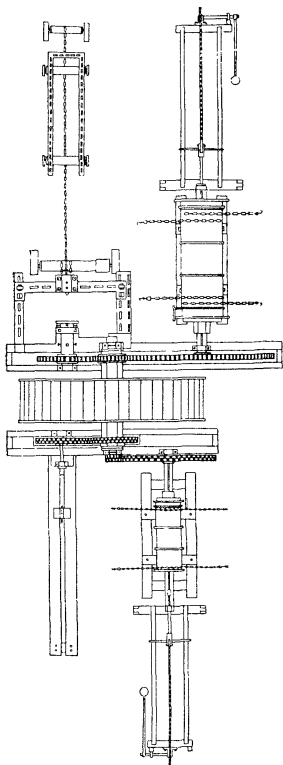
Известно, что машиностроительная фирма «Болтон и Уатт» на протяжении многих лет была связана с Вилкинсоном и в известной мере зависела от него.

Чертеж станка Вилкинсона (рис. 82), изготовленный не позднее 1795 г., а также и сама борштанга, относящаяся к тому же периоду, сохранились до наших дней. Чертеж борштанги представлен на рис. 83.

В станке Вилкинсона борштанга была выполнена в виде балки, опертой по концам. Опорами борштанги являлись мощные подшипники скольжения. Таким образом, вопрос о доведении прогиба борштанги до допустимых пределов был решен. Этому содействовало также то, что борштанга, опертая по концам, могла быть изготовлена достаточно большого диаметра. Решение Вилкинсона опереть

борштангу на свободном конце в наши дни представляется столь простым, что может даже показаться не заслуживающим особого подчеркивания. Но это решение, учитывая состояние машиностроения в третьей четверти XVIII в., было прогрессивным.

Рис. 82. Станок Вилкинсона для расточки цилиндра, 1775 г.



Борштанга станка Вилкинсона была снабжена оригинальным устройством для механического передвижения режущей головки вдоль образующей обрабатываемого цилиндра. Для этого вдоль всей борштанги был сделан глубокий паз, в котором помещен по всей длине ходовой винт. Режущая головка могла свободно скользить вдоль борштанги, так как она была глухо скреплена с маточной гайкой, перемещавшейся при вращении винта. Последний, осуществляя движение подачи, был связан с движением самой борштанги с помощью пары зубчатых колес.

Машины, построенные в соответствии с принципами, разработанными Вилкинсоном, на протяжении по крайней мере первой половины XIX в. были лучшими устройствами для расточки цилиндров и применялись не только на заводах Англии, но также и в других странах. Этому немало содействовало помещение изображения машины в известном руководстве Николсона,⁵⁴ переведенном на иностранные языки.

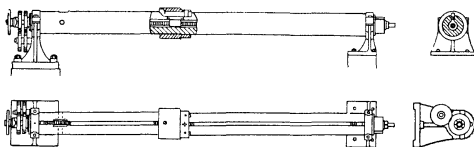


Рис. 83. Борштанга станка Вилкинсона. 1775 г. Чертеж с натуры.

Разработанные Вилкинсоном принципы конструирования расточных станков, предназначенных для внутренней обработки цилиндров большого диаметра, в большей или меньшей мере использовались русскими конструкторами. Таких станков на русских заводах было изготовлено немало, что является наиболее наглядным доказательством того, что в России в первой половине XIX в. строилось значительное число паровых машин, насосов и воздуходувок.

Описание чертежей расточных станков нам придется вести иногда с отступлениями от хронологической последовательности. Это вызывается преимущественно различной степенью наглядности чертежей. Начав с рассмотрения наиболее подробного чертежа расточного станка Петрозаводского завода, можно полностью уяснить основной конструктивный прием оформления схемы движения подачи, которая однотипна на всех станках, но показана на других чертежах далеко не так ясно.

На рис. 84 представлена копия чертежа расточного станка Александровского пушечного завода (в Петрозаводске), снятая с подлинника маркшейдерским учеником Василием Дубинкиным в марте 1827 г.⁵⁶

⁵⁴ Nicholson. The Operative Mechanic. London, 1825.

⁵⁶ ЦГИАЛ, ф. 37, оп. 63, д. 34, Планы Александровского (Петрозаводского) завода, л. 36, «Чертеж машины, устроенной для сверления чугуных цилиндров разного рода при Александровском пушечном заводе»; л. 37, «Чертеж поперечным и продольному профилям машине, устроенной для сверления чугуных цилиндров разной величины при Александровском пушечном заводе».

Станок приводился в движение водяным колесом. Главное движение осуществлялось с обычной для того времени простотой. Малое зубчатое колесо 1 (рис. 84, а), сидевшее на валу, связанном с валом водяного колеса

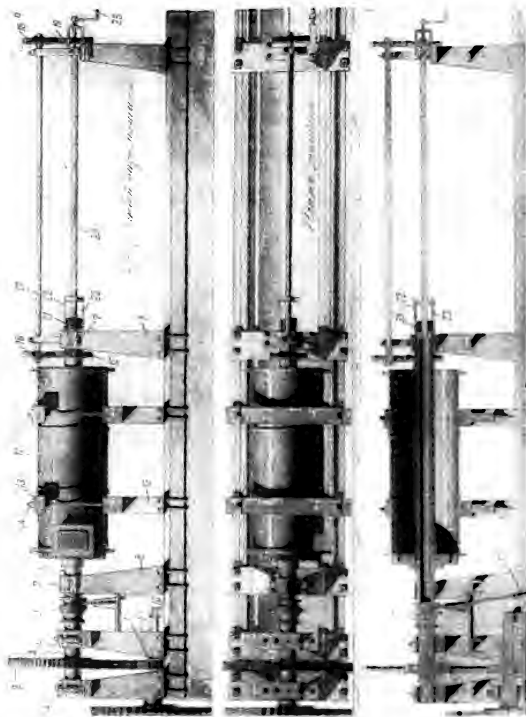


Рис. 84. Расточный станок Александровского завода (г. Петрозаводск). 1827 г. Заводской чертёж.

через зубчатую передачу, сцеплялось с большим зубчатым колесом 2, посаженным на вал 3. Последний опирался на два подшипника 4, поддерживавшихся опорами 5. Шпиндель 6 опирался обоими концами на подшипники 7, поддерживавшиеся массивными стойками 8. С помощью кулачковой муфты 9, приводившейся в действие рукояткой 10, шпиндель 6

мог сцепляться с валом 3. Включением и выключением муфты 9 осуществлялся пуск и останов станка. На шпинделе (или борштанге) 6 находилась большая расточная головка, диаметр которой соответствовал диаметру растачивавшегося цилиндра. Вылет зубьев регулировался вручную после каждого прохода в зависимости от требовавшейся глубины резания.

Обрабатываемый цилиндр 11 устанавливался на постоянных металлических опорах 12, связанных со станиной, сверху которых при необходимости регулировки ставились прокладки. С помощью накладок 13 и болтов 14 цилиндр можно было прочно закрепить на опорах 12.

Подача расточной головки вдоль шпинделя осуществлялась вследствие того, что последняя была связана с рамой, состоявшей из двух длинных призматических стержней, соединенных на одном конце поперечной планкой. Два длинных стержня рамы являлись шпонками, скользящими в двух пазах, симметрично расположенных по концам диаметра шпинделя и прорезанных по всей его длине. Длина рамы несколько превышала длину пазов шпинделя.

Опишем подробно устройство, заставлявшее раму перемещаться в пазах шпинделя и тем самым перемещать вдоль него расточную головку. На шпинделе 6 было посажено зубчатое колесо 15, находившееся в зацеплении с колесом 16, сидевшим на валике 17. На другом конце валика 17 было посажено зубчатое колесо 18, находившееся в зацеплении с колесом 19, сидевшим на валике 20.

На конце валика 20, упиравшегося в торец шпинделя 6, был посажен короткий ходовой винт 21. Длинные стержни 22, являвшиеся скользящими шпонками расточной головки, имели на себе части винтовой нарезки, так что составленная из них рама представляла собой как бы винтовую рейку винта 21. Винт 21 вращался вокруг своей оси вместе с валиком 20, но перемещаться вдоль нее не мог. Поэтому падающая на него рама-гайка 22 только при его дополнительном вращении с помощью рукоятки 23 могла перемещаться вдоль своей оси, или, что то же, вдоль оси шпинделя 6. Она перемещалась в его пазах, и расточная головка скользила вдоль шпинделя 6 вместе с ней.

Узел стойки 8 и подшипника 7 хорошо показан на рис. 84, б. На этом чертеже ясно видно, что пазы шпинделя, в которых перемещалась рама 22, проходили сквозь подшипник 7 и зубчатое колесо 15. Таким образом, никакого препятствия для перемещения рамы 22 здесь не имелось. Когда расточная головка доходила до конечного пункта, в соответствии с технологическими требованиями станок выключали нажатием рукоятки 10 кулачковой муфты 9. Затем валик 17 сдвигали вдоль его оси и выводили из зацепления сидевшие на нем зубчатые колеса 16 и 18. После этого вращением рукоятки 23 заставляли вращаться валик 20 и посаженный на нем винт 21. Таким образом рама 22 выводилась из пазов шпинделя 6 и расточная головка занимала исходное положение для совершения нового прохода.

Диаметр шпинделя станка был равен 9 дюймам (229 мм), наибольший ход расточной головки 14 дюймам (279 мм), высота центров 4 фута (1219 мм).

После рассмотрения наиболее характерного и подробно показанного на чертежах расточного станка, обратимся к другим конструктивным вариантам.

На рис. 85 показан специальный расточный станок, изготовленный на Александровском пушечном заводе (в Петрозаводске) для обработки «больших цилиндров (насосов, — Ф. 3.) к Ладожскому каналу». Чертеж

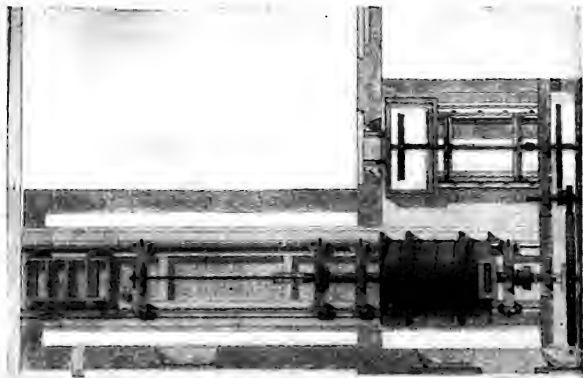


Рис. 85. Расточный станок, специально построенный для обработки цилиндров насосов Ладожского канала. Александровский завод (г. Петрозаводск). 1828 г. Заводской чертёж.

был снят с натуры унтер-шихтмейстером Медведевым в январе 1828 г.⁵⁶

Рассматриваемый чертеж особенно интересен потому, что на нем показаны привод — водяное колесо, расточная головка и, кроме того, тележка, сохранившаяся от прежнего станка, описанного еще И. Ф. Германом, в первые годы XIX в. Таким образом, этот новый станок, размещенный на станине ранее существовавшего станка, являлся связующим звеном между старыми расточными станками с тележками и станками нового типа, у которых борштанга опиралась на подшипники с обоих концов, а подача режущего инструмента была механизирована. Действительно, основная часть станка в виде фундамента, станины и системы привода полностью сохранялась и необходимые переделки не были дорогостоящими.

Диаметр шпинделя станка был равен 11 дюймам (279 мм), высота центров 3 фута 7 дюймам (1092 мм). Наибольший диаметр обрабатывавшегося цилиндра был равен 5 фута 4 дюймам (1626 мм), а длина его 8 фута (2438 мм).

На рис. 86 представлен чертеж расточного станка конструкции Черепановых, работавшего в Выйском механическом заведении.⁵⁷ Устройство станка не отличалось в принципе от подробно описанного выше расточного станка Александровского пушечного завода. Он интересен прежде всего как один из важных предметов оборудования Выйского механического заведения, на котором были построены многие паровые машины, созданные Черепановыми. При рассмотрении чертежа обращает внимание простота, с которой воплощена обычная в то время конструкция, во всем станке нет ничего лишнего.

На рис. 87 представлен относящийся к 1830 г. чертеж станка, построенного на Луганском заводе и длительное время находившегося в эксплуатации.⁵⁸ Его конструктором и строителем был заводской механик Леонтий Изгоров.

Цилиндр 1 растачивался тяжелой расточной головкой 2, сидевшей на массивной борштанге 3. Последняя опиралась на подшипники 4. Борштанга приводилась во вращение (главное движение) шкивом 5 через червячную пару, обеспечивавшую большое передаточное число. Цифрой 6 обозначен червячный вал, а цифрой 7 — червячное колесо, неподвижно посаженное на борштангу.

Движение подачи осуществлялось через сидящее на борштанге зубчатое колесо 8, находившееся в зацеплении с колесом 9, сидевшим на передаточном валу 10. На другом конце вала 10 было посажено зубчатое колесо 11, находившееся в зацеплении с колесом 12, вращавшим валик 13. На конце валика 13 был посажен винт 14, вращавшийся вместе с валиком. Винт 14 не имел продольных перемещений. С ним была связана гайка 15, нарезанная на длинной раме. При вращении винта 14 гайка-рама 15 перемещалась в продольном направлении и перемещала связанную с ней расточную головку 2 по двум симметрично расположенным пазам 16, идущим вдоль всей борштанги 3. Это перемещение достигалось при соответствующем

⁵⁶ ЦГИАЛ, ф. 37, оп. 63, л. 34, Планы Александровского (Петровзаводского) завода, л. 35, «Чертеж нарочно устроенной машины для сверления больших цилиндров к Ладожскому каналу, при Александровском пушечном заводе»; л. 34, «План машины, нарочно устроенной для сверления больших цилиндров к Ладожскому каналу для наполнения оного водою».

⁵⁷ НТФ ГИАСО, ф. 47, Альбом Выйского механического заведения.

⁵⁸ ЦГИАЛ, ф. 37, оп. 9, д. 687, О строении машин, л. 147, «Чертеж станку для просверления цилиндров».

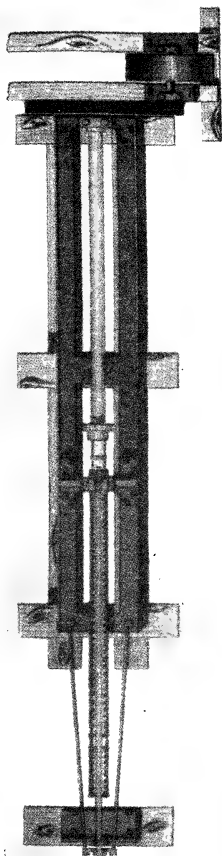
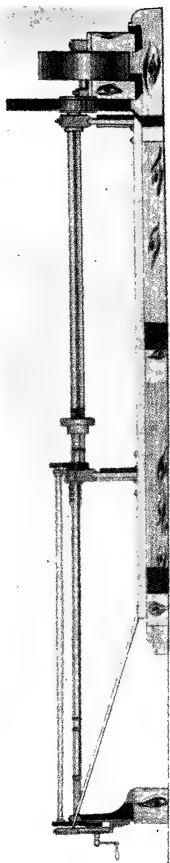


Рис. 86. Расточный станок Черепановых. 1-я полов. XIX в. Альбом Вийского механического заведения.

щем подборе зубчатых колес 8, 9, 11, 12. Обратный ход расточной головки мог быть обеспечен при использовании съемной рукоятки. Диаметр борштанги был равен 10 дюймам (254 мм), наибольший ход расточной головки

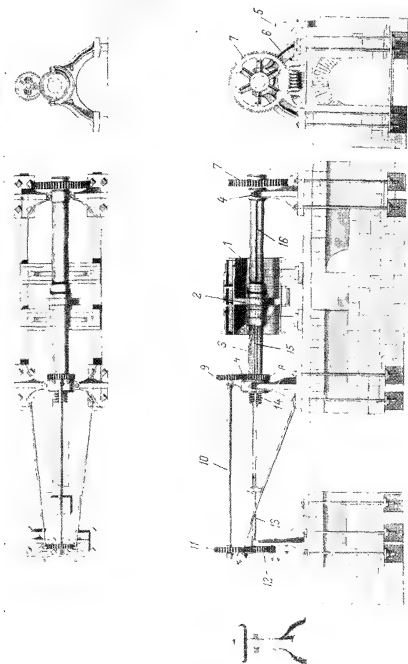


Рис. 87. Расточный станок Луганского завода. 1830 г. Заводской чертёж.

11 дюймам (279 мм), расстояние от оси борштанги до станины 2 фута 7 дюймам (787 мм).

Здесь интересно подчеркнуть, что для изменения чисел оборотов в механизме главного движения применена червячная пара, а в механизме движения подачи — винтовая пара. Кроме того, обращают на себя внимание массивные литые подшипники борштанги и валика подачи, снаб-

женные ребрами жесткости, а также и мощный фундамент станка, с которым последний скреплен фундаментными болтами.

Как показывает рассмотрение приведенных выше материалов, конструирование деталей станков со времени Вилкинсона ушло далеко вперед. Хотя его принцип продолжали использовать, но примитивное оформление конструкций станков осталось уже в прошлом.

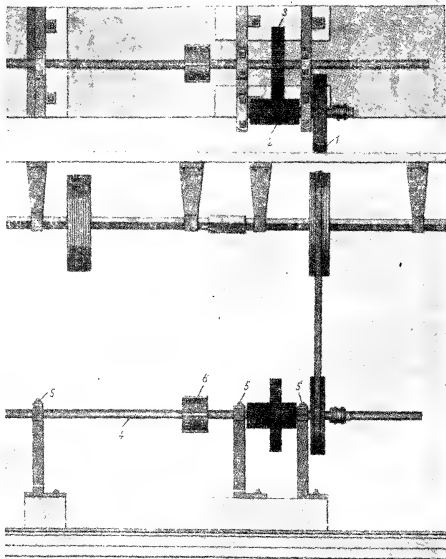


Рис. 88. Расточный станок Нижне-Иргинского завода.
Конец 20-х годов XIX в. Заводской чертеж.

Перейдем к рассмотрению другого типа расточных станков, применявшихся в первой половине XIX в. для расточных работ. Эти станки проще решали поставленную перед конструктором задачу перемещения расточной головки внутри обрабатываемого пространства.

На рис. 88 показан схематический чертеж расточного станка Нижне-Иргинского завода, относящийся к концу 20-х годов XIX в.⁵⁹ Схема

⁵⁹ ЦГИАЛ, ф. 37, оп. 63, д. 109, Планы Нижне-Иргинского завода, л. 10, «План Иргинского г. Кнауфа завода сверлильной машины».

станка предельно проста. Станок получал энергию от трансмиссии на приемный шкив 1, который сидел на одном валу с широким зубчатым колесом 2, находившимся в зацеплении с зубчатым колесом 3, посаженным на борштангу 4. Последняя опиралась на подшипники 5, в которых могла вращаться и перемещаться вдоль своей оси вместе с посаженной на ней расточной головкой 6. Величина перемещения борштанги 4, а вместе с ней и расточной головки 6, или, что то же, наибольший размер обрабатываемой поверхности по длине, были ограничены шириной зубчатого колеса 2, вдоль которого перемещалось колесо 3, не выходя из зацепления. Диаметр борштанги был равен 2 вершкам (90 мм), наибольший ход расточной головки 2 четвертям (360 мм), расстояние между осью борштанги и станиной 4,5 четвертям (810 мм).

Из рассмотренного выше схематического чертежа неясно, каким образом обеспечивалось перемещение борштанги вдоль ее оси. Чертеж, представленный на рис. 89, позволяет представить принятое для этих станков конструктивное решение.

На рис. 89 представлен чертеж станка для расточки отверстий в отливках и поковках, снятый с натуры на Александровском пушечном заводе маркшейдерским учеником Василием Дубинкиным в феврале 1827 г.⁶⁰

Станок приводился в действие вручную, при вращении рукоятки 1. Подача борштанги не зависела от главного движения и осуществлялась при вращении воротковой рукоятки 2. При этом в неподвижной гайке 3 перемещался ходовой винт 4, а вместе с ним и борштанга. Остальные детали станка не отличались от описанных выше. Ход расточной головки был равен 1 футу 8 дюймам (508 мм). В ручном станке конструкция механизма подачи была предельно простой.

На рис. 90 представлена копия чертежа расточного станка Петербургского арсенала, построенного в 30-х годах XIX в. известным изобретателем Монье, длительное время работавшим там в должности механика.⁶¹ Этот станок имел механизированную подачу шпинделя.

Станок имел холостой и рабочий приемный шкивы 1, на одном валу с которыми сидело коническое зубчатое колесо 2. Реверсирование станка осуществлялось с помощью конических зубчатых колес 3 и муфты с рукояткой 4. Конические зубчатые колеса 3 сидели на шпинделе 5 на скользящей шпонке и приводили его во вращение. Таким образом, устройство механизма главного движения было весьма просто и обычно для того времени.

Механизм движения подачи был более сложен. На одном валу с приемными шкивами 1 находился ступенчатый шкив 5, соединявшийся гибкой связью (плоским ремнем) со шкивом 7. Последний приводил во вращение валик 8, на котором был нарезан червяк 9, находившийся в зацеплении с червячным колесом 10. Червячное колесо 10, посаженное на ходовой винт 11, заставляло его перемещаться в неподвижной гайке 12 и перемещать вдоль собственной оси шпиндель 5. Шкивы 6 и 7 имели по четыре ступени, что давало возможность пользоваться четырьмя значениями подачи. При снятии ремня со шкивов 6 и 7 механизированная подача выключалась и можно было осуществлять подачу вручную с помощью рукоятки 13,

⁶⁰ ЦГИАЛ, ф. 37, оп. 63, д. 34, Планы Александровского (Петрозаводского) завода, л. 42, «Чертеж чугунному станку, употребляемый для просверливания дыр в карронадных чугунных горбылях, колесах и тому подобных вещах при Александровском пушечном заводе».

⁶¹ ЦГИАЛ, ф. 1424, оп. 4, д. 994, л. 1, «Чертеж станка для сверления ладыг на лафетах».

надетой на ходовой винт 11. Такое разнообразие скоростей подач, не вызванное потребностью нарезания различных резьб, встречается здесь впервые. Оно указывает на высокий уровень искусства резания металлов, требовавшего для повышения качества обработки и высокой производи-

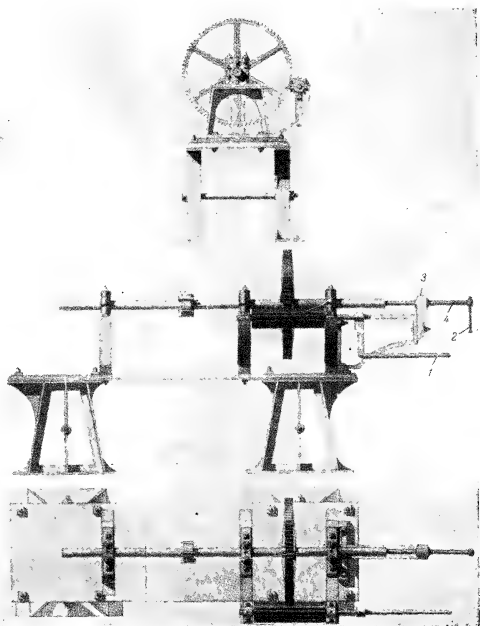


Рис. 89. Расточный станок Александровского завода (г. Петрозаводск). 1827 г. Заводской чертеж.

тельности применения значительного числа различных режимов резания. Рукоятка 13 была также нужна для отвода расточной головки в исходное положение.

Значительно более сложным, чем предыдущие, являлся тяжелый горизонтально-расточный станок Ревдинского завода на Урале, предназначен-

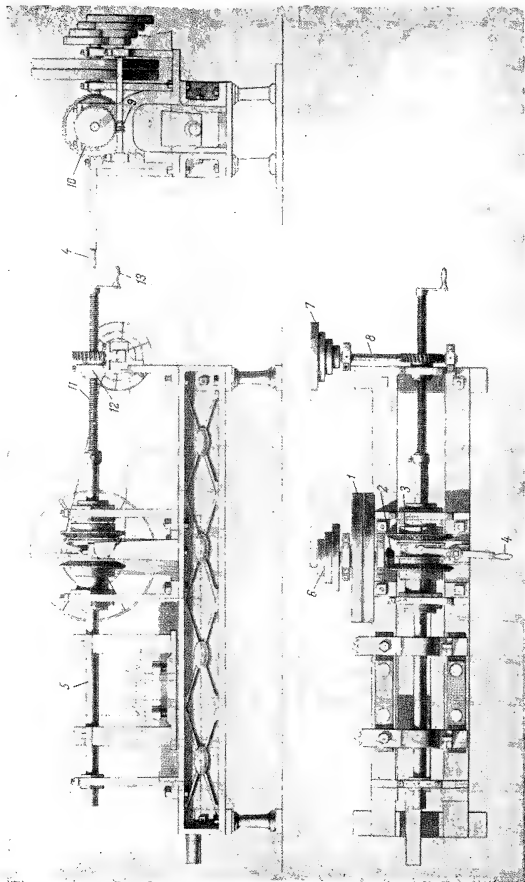


Рис. 90. Специализированный расточный станок Петербургского арсенала. 1-я полов. XIX в. Заводской чертёж.

ный для расточки корпусных деталей, который показан на рис. 91. Его чертеж относится к концу 20-х годов XIX в.⁶²

Движение воспринималось одним из двух приемных шкивов 6, на одном валу с которыми находилось коническое зубчатое колесо 7. Далее приходил в движение реверсивный механизм, состоявший из пары конических зубчатых колес 9, с кулачковой муфтой 10, приводившейся в действие рукояткой. С реверсивным механизмом было связано широкое зубчатое колесо 11, постоянно находившееся в зацеплении с зубчатым колесом 13, посаженным на шпинделе 12. Последний мог вращаться и перемещаться вдоль своей оси, что осуществлялось с помощью ходового винта 14, который, вращаясь в неподвижной гайке, вел его за собой. Вращение шпинделя 12 передавалось ходовому винту 14 не непосредственно, а через набор зубчатых колес 15, 16. Валик 17 имел по всей длине паз, благодаря чему сидевшие на нем колеса могли перемещаться вместе со шпинделем и не утрачивать контакта с колесами, сидевшими на шпинделе и ходовом винте.

На другом конце шпинделя 12 сидел патрон 19, в котором укреплялась обрабатываемая деталь. Суппорт не был механизирован. Перемещение резца в поперечном к станине направлении осуществлялось, как обычно, вращением ходового винта 27 с помощью рукоятки. Перемещение суппорта вдоль станины производилось, вероятно, только как установочное. Оно осуществлялось при перемещении всей каретки, на которой был установлен суппорт. Для этого следовало вращать вынесенный вне станины штурвал 23, приводивший в движение каретку через зубчатые колеса 22, 21 и зубчатую рейку 24, укрепленную на каретке. Стойка 31, которую можно было перемещать вдоль станины в зависимости от размеров обрабатываемой детали увеличивает сходство станка с современным нам горизонтально-расточным. Наличие на чертеже резца 30 указывает на то, что на станке можно было подрезать торцевые поверхности.

Заметим, что станок в отношении большинства частей принципиально не отличается от винторезного станка того же Ревдинского завода (рис. 54). У них сходны механизмы подачи, реверсивные механизмы, каретка с суппортом. Технологическое назначение обоих станков было совершенно различным, хотя каждый из них можно было легко приспособить для замены другого. Однако станки носили совершенно разные названия и, вероятно, использовались только по прямому назначению.

На рис. 92 показан схематический чертеж горизонтально-расточного станка Выйского механического заведения конструкции Черепановых.⁶³ Даже по планировке размещения узлов этот станок напоминает современные нам станки. Примитивность этого чертежа не является показателем примитивности самого станка.

Станок имел холостой и рабочий шкивы и зубчатый перебор; стол для установки и закрепления деталей, подлежащих обработке, мог перемещаться в процессе установки вдоль станины, а в период резания можно было осуществлять подачу с помощью ходового винта. Возможно, что схематичность чертежа или его незавершенность являются причинами того, что на чертеже не показаны устройства, дававшие возможность шпинделю перемещаться вдоль своей оси. Возможно, что станок имел второй ходовой винт с гайкой и площадкой, расположенный под прямым

⁶² ЦГИАЛ, ф. 37, оп. 63, л. 102, Планы Ревдинского завода Пермской губернии (Демидовых), л. 25, «План и разрез горизонтально сверлильной машины».

⁶³ НТФ ГИАСО, ф. 47, Альбом Выйского механического заведения.

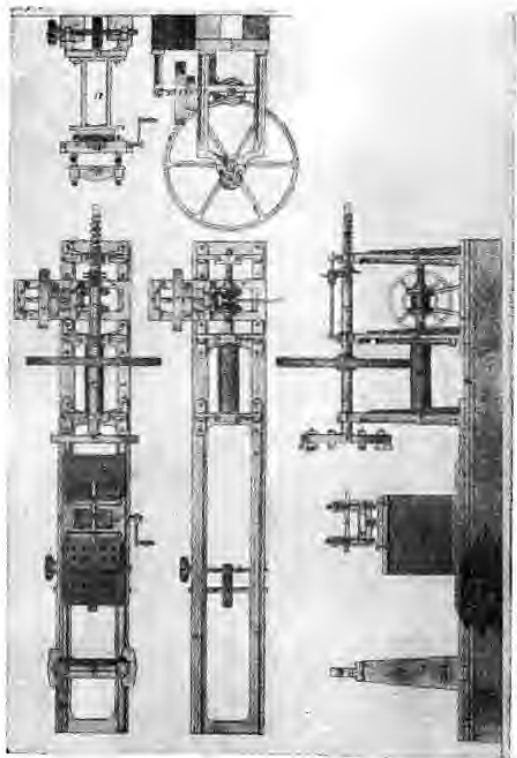


Рис. 91. Расточный станок. Ревдинский завод. Конец 20-х годов XIX в. Заводской чертёж.

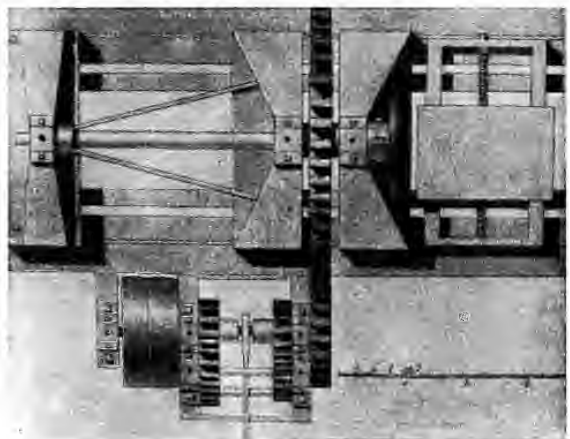
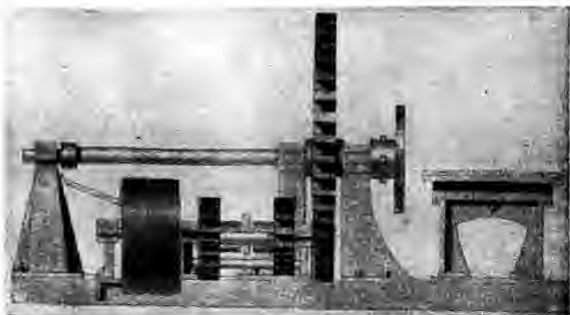


Рис. 92. Расточный станок Черепановых 1-я полов. XIX в. Альбом Выйского механического заведения.

углом к показанному на чертеже ходовому винту. Эти предположения тем более вероятны, что подобные устройства имелись на других станках Выйского механического заведения (см. выше). При наличии этих устройств

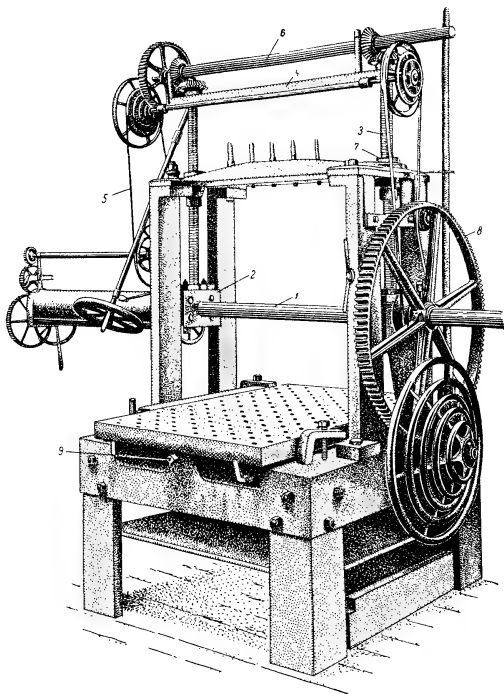


Рис. 93. Расточный станок из оборудования завода Модсли. 1-я полов, XIX в. Фотография с натуры.

станок, если и не по конструктивному его оформлению, то по размещению узлов, планировке, объему и характеру выполнявшихся на нем работ, был очень близок к горизонтально-расточным станкам, которые еще не так давно работали на многих заводах.

Для сравнения с описанными выше конструкциями расточных станков, применявшихся в России в первой половине XIX в., приведем описание расточного станка, находившегося в тот же период в эксплуатации на одном из лучших английских машиностроительных предприятий — заводе Модсли.

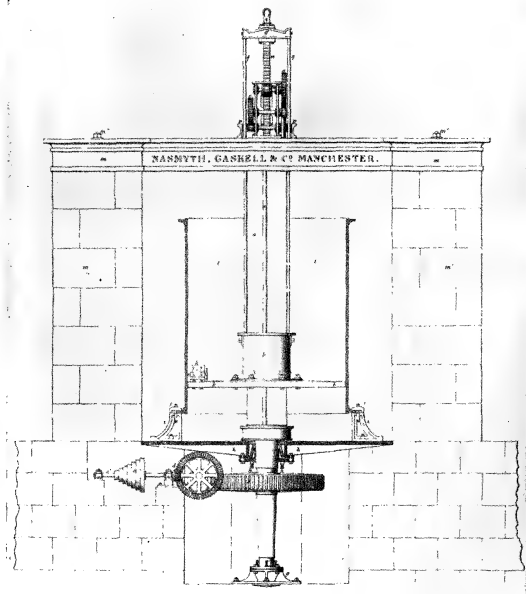


Рис. 94. Тяжелый станок для расточки уникальных цилиндров фирмы Нэсмит и Гейскел. 1840 г. По Дж. Ренни.

На рис. 93 представлен расточный станок, изготовленный на заводе Модсли в первой четверти XIX в. и находившийся в эксплуатации три четверти века.⁶⁴ Станина его очень примитивна и груба. Расточная головка закреплялась на борштанге / неподвижно. Но зато на этом станке сама борштанга перемещалась по горизонтали. Перемещения борштанги

⁶⁴ W. S. A. Benson. The Early Machine Tools of Henry Maudslay. Engineering, vol. 71, 1901, фиг. 15.

в вертикальной плоскости осуществлялись благодаря довольно сложному устройству. Борштанга 1 проходила через подшипники 2, которые могли перемещаться по вертикали между направляющими и брусками рамы. Борштанга и два больших винта 3, жестко связанных с подшипниками, объединялись сверху брусом 4 в одну подвижную раму. Расстояние между борштангой и верхней частью этой рамы всегда оставалось постоянным, что давало возможность использовать ремень 5 для передачи движения от борштанги к верхнему валу 6. На последнем находились конические зубчатые колеса, которые, входя в зацепление с такими же на больших винтах 3, заставляли последние перемещаться в гайках 7. С помощью винтов 3 поднимались и опускались подшипники 2. Борштанга вращалась насаженным на нее зубчатым колесом 8. Стол перемещался вручную при помощи винтовой пары. Квадрат 9 винта виден на фотографии.

Описанный станок, несмотря на простоту конструкции, давал возможность легко и в широких пределах маневрировать режущим инструментом при обработке корпусных деталей сложной конфигурации.

Работы Вилкинсона и других машиностроителей явились завершающими в процессе превращения станка для расточки каналов стволов артиллерийских орудий в машину для расточки цилиндров паровых машин. О том, какие успехи были достигнуты в создании таких машин, свидетельствует показанная ниже гигантская по тем временам машина Нэсмита.

На рис. 94 приведены чертежи тяжелого расточного станка фирмы Нэсмит и Гейскел, помещенные в упоминавшемся выше атласе Дж. Ренни. Этот станок был предназначен для расточки цилиндров диаметром до 10 футов (3048 мм) и спроектирован по заказу известной фирмы «Great Western Steam Navigation Co».

Таким образом, в описываемое время, так же как и в наши дни, постройка уникальных станков производилась по специальным заказам, тогда как универсальные станки уже изготовлялись «на рынок». Можно заметить, что еще за три десятка лет до постройки этого станка любой металлорежущий станок являлся редкостью и исполнялся в одном или нескольких экземплярах только по заказу. Но промышленный переворот обеспечил такое широкое развитие машиностроения, что сами универсальные станки стали предметом широкого производства на рынок.

Устройство станка весьма просто и понятно из чертежа, поэтому специального описания не требуется. Заметим лишь, что в отличие от других станков того же назначения, помещенных в атласе Дж. Ренни, этот станок вместо громадной резцовой головки имел планшайбу, на которой был установлен суппорт. Последним управлял вручную рабочий, вращавшийся на планшайбе вместе с суппортом. Можно высказать предположение, что этот станок является прообразом современных нам тяжелых карусельных станков. Как известно, расточка больших цилиндров в наши дни обычно выполняется именно на карусельных станках.

3. СТАНКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РУЖЕЙНЫХ СТВОЛОВ.

Станки для изготовления оружия были первыми специализированными станками, предназначенными для производства ограниченного числа однородных операций. В первой половине XIX в. в их конструкции вводились усовершенствования для ускорения процесса изготовления деталей. В дальнейшем появились объекты массового производства гражданской продукции и оружейные станки утратили значение металлорежущего оборудования, ведущего в отношении применения новых кон-

структорских идей. Некоторые виды оружейных станков, как токарные и фрезерные, рассматриваются в соответствующих главах. Станки для обработки ружейных стволов можно условно отнести к сверлильным. Эти станки трудно классифицировать в соответствии с современными нам представлениями, и поэтому описание их устройства включено в отдельную главу. Конструирование, изготовление и эксплуатация этих станков оказали немалое влияние на общее станкостроение, и краткое ознакомление с их историей представляется необходимым.

Станки этого рода появились в России в середине XVII в. В первой четверти XVIII в. они достигли большого совершенства. Затем настало время застоя и даже возвращения к ручной обработке. В конце XVIII—первой четверти XIX в. конструирование станков для обработки ружейных стволов пережило новый расцвет.

Данных о первых конструкциях и конструкторах этих станков за рубежом пока не обнаружено. Тем больший интерес приобретают сведения об устройстве и эксплуатации их в России. В грамоте царя Алексея Михайловича, направленной русскому посольству в Голландии, о найме иностранных мастеров сказано: «Ведомо Нам Великому Государю, что в Галанской земле есть мастера, которые умеют делать. . . на водяных мельницах стволы солдатские. . . и вы бы про таких мастеров проводили подлинно и сказали им, чтоб они мастера поехали с вами к Нам. . . мастерством своим послужить».⁶⁵ Судя по этой грамоте, машинная обработка стволов была завезена с Запада.

Это подтверждается также и тем, что в 1647 г. в Голландии был нанят ствольный мастер, француз по имени «Индрик Фран Акин», построивший вододействующие машины для обработки ружейных стволов в Москве, на р. Яузе, в 1649 г. В описи «ствольной мельницы», составленной после его смерти, последовавшей в 1650 или 1651 г.,⁶⁶ указываются преимущественно строения и кузнечное оборудование. Устройства металлорежущих станков касаются только две небольшие выдержки, которые указывают на факт существования вододействующих станков, но сведения эти слишком скупы для того, чтобы позволить судить о конструкциях станков.

«Да колесо с валом у точил сухое, другое колесо с валом же у сверл сухое же, да колесо двойное ж с валом же у сверленных шестерен, да на том же валу колесо двойное ж меньшее, да водяных колес четыре колеса на большом и на средних валах. . . да в вертельном анбаре, где сверлом проходят стволы, четырнадцать полос узких, кладеных в брусья дубовые, почему ходят станки с стволами».⁶⁷

Можно предположить, что система передач включала водяное колесо, сидевшее на одном валу с «сухим» колесом, приводившим в движение вал, на котором было посажено несколько «сверленных шестерен», приводивших в движение шпиндели с закрепленными сверлами. На сверла надвигались ружейные стволы, подлежащие обработке внутри. Стволы для этого закреплялись в деревянные «станки» — салазки, скользящие по направляющим «полосам узким, кладеным в брусья дубовые». Поскольку водяных колес было четыре, описанное выше устройство могло быть повторено столько же раз.

⁶⁵ И. Гамель. Описание Тульского оружейного завода. . . М., 1826, Прибавления, стр. 23.

⁶⁶ Там же, стр. 33—34.

⁶⁷ Там же.

В 1663 г. стольник Афанасий Денисьевич Фонвизин произвел опись Каширского оружейного завода. Эта опись опубликована И. Х. Гамелем. Из нее нельзя извлечь каких-либо новых сравнительно с предыдущими данных о конструкциях станков, но зато в ней имеются интересные сведения о работавших на них людях и производительности их труда.

Старшим рабочим в «вертельные» был иностранец «Арбут Спрют», остальные рабочие русские. «Иноземец Иверт Дебакар стволы мушкетные точит поперег. . . В иных в двух станках два человека волостных крестьян точат поперег же по осьми стволов человек на день, итого в году выточат оба четыре тысячи восемьсот стволов. Один человек волостной же крестьянин точит вдоль по тридцать стволов на день, итого в году выточит девять тысяч стволов мушкетных.

«У них же в отдельной мушкетные стволы отделявают совсем в отделе волостные крестьяне, вместо колные работы почитают три дни за два дни, а отделявают они всякой человек на неделю по тридцати стволов.

«Над теми же отделщиками надсматривает и у них отделщиков из отделики принимает ствольной заварщик, туленин Якушко Иванов».⁶⁸

Два иноземца, по-видимому французы, не играли в производстве какой-либо решающей роли. Их присутствие объяснялось тем, что хозяин завода был иноземец. Как будет показано ниже, в дальнейшем участие иноземцев в оружейном производстве представляется редким ислучайным явлением.

Материалы, приведенные выше, достаточно убедительно показывают, что механизация ряда процессов обработки оружейных стволов была хорошо освоена еще в XVII в. Поэтому работы выдающихся машиностроителей начала XVIII в. М. В. Красильникова и Я. Т. Батищева представляли собой дальнейшее развитие и усовершенствование уже накопленных ранее производственных знаний и навыков и не являлись творчеством на «голом месте», как это до сих пор описывалось в популярных брошюрах.

15 февраля 1712 г. последовал указ Петра I о строительстве в Туле оружейного завода. В указе была прямо поставлена задача механизации резания металлов: «А для лучшего в том оружейном деле способу, при этой оружейной слободе, изыскав удобное место, построить заводы, на которых бы мочно ружье фузеи, пистолеты сверлить и обтирать, а напалми и ножи точить водою».⁶⁹ Таким образом, машины для резания металлов должны были иметь «вододействующий», т. е. гидравлический привод. Большой опыт оружейного производства показал, что механизация производственных процессов ведет к их ускорению, и указ правильно учел этот опыт. Строительство первых станков на Тульском оружейном заводе нашло отражение во многих дошедших до нас документах.

Конструктором и строителем первых машин Тульского завода был Марк Васильевич Красильников (Сидоров) с помощниками: «А у того дела во установки и в строении анбаров, колес и всяких к тому делу принадлежащих припасов быть и на ход поставить и все в совершенстве как делать оружейное дело мастеру Марку Васильеву. Да при том для поучения и вспоможения тульским кузнецам Сергею Шалашникову, Максиму Мосолову, Ермолу Кирилову. И чтобы оные заводы построить он Марко

⁶⁸ Там же, стр. 36—43.

⁶⁹ ПСЗ, № 2486, «Об определении начальником при Тульских заводах кн. Волжонского и об управлении оными заводами по части искусственной и экономической».

совсем в совершенстве, с того числа как строить начнетца, в год и в три месяца». ⁷⁰

О конструкциях станков, созданных М. В. Красильниковым с помощниками, можно судить по дошедшей до нас описи Тульского завода, сделанной в 1715 г. Ввиду того что этот достоверный документ до настоящего времени не принимался во внимание исследователями, приведем выписку из него, относящуюся к деятельности М. В. Красильникова.

«Строения мастеров Марки Васильева, Сергея Шелашникова.

«Вертелной анбар о трех жильях срублен сысподи из дубового, а сверх из соснового лесу и покрыт тесом. Мерею в длину 8 сажен бес четверти, шириною 3 сажен дву четвертей, а вышину и с кровлею 7 сажен с четвертью.

«При том анбаре в вышеозначенном фундаменте в ларях три колеса водяных, да в нижнем анбаре сухих три колеса с кулаками навешены, и к ним шестерни поставлены на железных валах.

«На тех шестеренных валах в том же нижнем анбаре снастей:

«От переднева колеса четыре, от среднева четыре ж, от нижнево одно, и того девять точил, на которых штыки точат и штыковые трубки вместо пильной отделки обтачивают.

«От нижнева же колеса вертелной станок сверлят штыковые трубки, при том станке 12 сверлоков.

«В том же нижнем анбаре три горна кузнечных с трубами, а трубы выведены выше кровли верхнева жилья.

«При тех же горнах снастей для подделки сверлоков и другой заводской снастей три пары мехов, три наковални, три молотка ручных, три болды средних, шестеро клещей, три сопля.

«От вышеозначенных же трех колес в среднем анбаре зделано для сверления стволов на каждом колесе по четыре и того 12 станков с векшами, и с валиками железными, и с петлями, и клиньями железными ж. А на тех станках сверлят стволы на каждом вдруг по два ствола, и того 24 ствола вдруг.

«При тех станках 550 сверлоков.

«В верхнем жильье две горницы белые, меж ими сенц. В тех горницах кладутца приносные к сверлению стволы, и к точке штыки, и всякие того завода снасти, и живут сторожи и караульщики.

«Другой анбар срублен на сваях и на брусках дубовых ис соснового лесу, в стенах столбы и связи дубовые, покрыт сосновым тесом. Длиною осми сажен с аршипом, в вышину стены под кровлю дву сажен, а кровля в вышину трех сажен с четвертью.

«Вокруг того анбара зделан от вышнего большого ларя меншой ларь на одно водяное колесо, шириною трех аршин бес трех вершков, вышиною два аршина. Стены того ларя забраны дубовым пластьем. К тому пластью побиты свая дубовые, к тем сваям прибито в другие досками дубовыми ж в вышину на три четверти и намощен досками ж дубовыми». ⁷¹

Из этой описи видно, что уже в результате деятельности М. В. Красильникова и его помощников Тульский завод стал довольно значительным и механизированным предприятием. Расположен он был в двух зданиях, одно из которых было трехэтажным с подпольем и называлось «вертелной анбар». Благодаря описи появилась возможность выяснить

⁷⁰ Архив АИМ, ф. 2, оп. 1, д. 133, л. 334 об., Справка Сената.

⁷¹ Н. Е. Бранденбург. Материалы для истории артиллерийского управления в России. СПб., 1876, стр. 544—546. Текст приведен в соответствии с современными правилами издания исторических документов.

характерные особенности производства и подлинный смысл его названия. Термин этот встречается и ранее, в документах XVII в., но до сих пор вследствие краткости и отрывочности записей не удавалось точно установить его значение, выяснить какие именно работы и на каком оборудовании производились в этом отделении оружейного завода.

В первом этаже «вертельного анбара» было размещено 9 точильных (абразивных) кругов, на которых точили штыки и обтачивали штыковые трубки взамен применявшейся до этого ручной опиловки. Здесь же находился и «вертельной станок», на котором сверлили одновременно 12 штыковых трубок. Сверление осуществлялось с помощью «сверлоков», т. е. сверл. Для заправки инструментов и других заводских надобностей на первом этаже находилось 3 рабочих места кузнецов с полным набором оборудования и инструментов.

Во втором этаже размещалось 12 станков для сверления стволов. Каждый станок был рассчитан на одновременную обработку двух стволов. Обращает на себя внимание большой оборотный запас инструмента — 550 сверл. Такой запас для 24 шпинделей является почти 23-кратным. Каков бы ни был износ инструмента, но при наличии его заправщиков (находились в первом этаже) такой запас является чрезмерным. В то время обычным был 2—3-кратный запас. Третий этаж был занят кладовыми для полуфабрикатов и готовой продукции. Таким образом «вертельного анбара» был той частью оружейного завода, где производилась обработка резанием металлических частей ручного оружия.

Второе здание М. В. Красильников не успел оборудовать металлообрабатывающими станками, этому помешала его смерть, последовавшая 11(22) июля 1714 г. Вместо него был назначен строителем машин его помощник Сергей Шелашников, не обладавший способностями, знаниями и добросовестностью своего руководителя.

Продолжателем дела М. В. Красильникова стал солдат Оренбургского батальона Яков Трофимович Батищев,⁷² обнаруживший талант машиностроителя не только в период деятельности на Тульском оружейном заводе, но и в дальнейшем, во время работы на Охтенском пороховом заводе под Петербургом. Выдвижение Батищева произошло при следующих обстоятельствах. 12 августа 1714 г. он был послан в Тульскую оружейную слободу с указом к Клементию Чулкову о строении «оружейных водяных заводов». Находясь в слободе, Батищев присмотрелся к машинам и сообщил, что не только может закончить дело, начатое М. В. Красильниковым, и руководить эксплуатацией имеющихся станков, но и сконструировать и построить новые машины для механизации некоторых из тех процессов изготовления оружия, которые ранее предполагалось сохранить ручными.

Биография Батищева до его появления в Туле неизвестна. Но факт его отправки к Чулкову с указом о постройке оружейных заводов заставляет предполагать, что он был намечен в качестве лица, могущего заменить скончавшегося Красильникова. Версия о своего рода «чудесном наитии» солдата, никогда не имевшего отношения к производству оружия и к технике вообще, которой придерживались авторы, писавшие о Батищеве, представляется несколько наивной.

Историю постройки вододействующих машин в Туле хорошо излагает сенатская справка о работах Батищева, предшествовавшая указу

⁷² В. Н. Ашурков. Тульские мастера оружейного дела. Тула, 1952, стр. 15.

Приказ артиллерии. Здесь можно ограничиться несколькими выдержками из нее. Итак, «будучи в той оружейной слободе, он, Батищев, оные заводы смотрит и по осмотру что на тех заводах зачатое дело окончать добрым порядком и их содержать в совершенстве он, Батищев, может. Но и сверх тех Маркиных (М. В. Красильникова, — Ф. 3.) заводов зделает вприбавок к делу ружей снастей может, а именно. В третьем жилье обтирать стволы пилами, снасти поставить и о том зделает образец, который он объявил, в чем будет против Маркинова збору денежной казны и обтирки стволов, прибылия. В котором образце ныне действует одна пила, а в длинном будет по одному стоячему валу к трем колесам кулачным и к дву шестерням приведено восемь пил, которыми обтирают стволы. А всех будет снастей обтирных на тех заводах три вала стоячих против Маркинова размеру, к ево ж водяным колесам стоячие валы. И против тех валов приведено будет каждому по осми пил, и того двадцать четыре пилы. А каждую пилоу стволу будет обтирать против пяти человек, а пилы будут поделаны в полтора пуда и в пуд. А ежели усмотря воду будет сильна, то может и больше пил поставить. А в воловой кузнице на тех же заводах зделать один молот большой, да кроме того две наковальны. А х каждой наковальне приведено будет по два молота, и станут бить в одно место. А усмотря воду, ежели будет сильна, то можно привести и по три молота, которыми бить доски на дело стволов».⁷³

Таким образом, Я. Т. Батищев обещал механизировать «обтирку» стволов. М. В. Красильников эту работу механизировал только частично, снабдив абразивные круги приводом от водяных колес. Способ, избранный Батищевым, нельзя назвать технологически передовым потому, что в то время токарная обработка металлов уже была известна. Введение слесарных пил, прижимавшихся к обрабатываемой поверхности благодаря большому весу («в полтора пуда и в пуд»), по сути только передавало инструмент из рук рабочего машине, не внося существенных качественных изменений в технологический процесс. Это устройство Батищева аналогично описанному выше устройству, сконструированному В. И. Гениным для «обтирки» стволов орудий (рис. 71). Однако в условиях принудительного труда, может быть, и нельзя было вводить более сложные станки, да и изготовлять последние было много труднее. Поэтому конструктивное решение Батищева хотя и не опережало свой век, но было в существовавших тогда социально-экономических условиях, возможно, единственно приемлемым. Оно позволяло, по соображениям Батищева, увеличить производительность труда в 5 раз.

Ознакомимся с тем, что осуществил Батищев из обещанного им в приведенном выше документе. Объем работ, выполненных Батищевым по 1715 г. включительно, можно установить на основании ведомости зданий и оборудования Тульского оружейного завода. Часть этой ведомости, относящаяся к деятельности М. В. Красильникова, была приведена выше. Теперь приведем ту ее часть, которая касается Я. Т. Батищева.

«При том анбаре по указу великого государя ис канцелярии Правительствующего сената и по приказу генерала фелтцейхмейстера и ковалера Якова Вилимовича Брюса с товарищи построено.

«Строение солдата Якова Батищева:

«Три колеса воденых да шесть сухих на деревянных валах.

«Два станка сверлить стволы, на каждом станку по 4 ствола, итого по 8 стволов вдруг. При тех станках 200 сверлоков.

⁷³ Архив АИМ, ф. 2, оп. 1, д. 133, л. 336—336 об.

«В верхнем жилье от одного колеса х кулачному колесу зделан стоячий деревянный вал с шестернею, х которому зделано для обтирания стволлов 12 пил, на которых обтирать вдруг по 12 стволлов.

«От другога х кулачному ж колесу зделан стоячей деревянной вал. К нему приведено для чистки стволлов 8 пил, которыми чистить вдруг по 8 стволлов.

«Да к тому ж воденому колесу от другога кулачнова колеса зделан стоячей вал с шестернею. К нему приведено для чистки стволных граней 4 пилы, которыми чистить вдруг по 4 ствола.

«От третьева воденова х кулачному ж колесу зделан стоячей вал. К нему приведено для чистки стволлов внутре смыгалных 4 трещотки, которыми чистить вдруг по 4 ствола.

Оказывается, что Батицев сделал много более того, что обещал. Им была осуществлена дополнительно механизация 1) «чистки стволных граней» с помощью пил и 2) «чистки стволлов внутре» с помощью «смыгалных трещоток». Обе эти операции требуют возвратно-поступательного движения инструмента или обрабатываемого предмета. Каким образом это осуществлялось в конструктивном отношении, с уверенностью сказать нельзя. Во всяком случае механизация обработки стальных деталей была продвинута Батицевым весьма далеко. Случаев применения устройств, обладающих возможностью возвратно-поступательного движения до создания машин Батицева, ни в России, ни за границей до настоящего времени не обнаружено. Равным образом и весь комплект механизмов является в мировой производственной практике первым по времени. Поэтому во избежание недоразумений здесь приводится много отрывков из подлинных документов, не допускающих превратных толкований.

Каковы же были результаты эксплуатации машин М. В. Красильникова и Я. Т. Батицева? Оправдались ли надежды, возлагавшиеся на введение машин в обработку металлов резанием? На эти вопросы можно найти ответ в челобитной Я. Т. Батицева, поданной Петру I в 1717 г., в которой он, в частности, писал:

«И в прошлом 715 г. в августе в 12 числе, в бытность на Тульских оружейных заводах полковника князя Вадбольского, оные оружейные водные заводы сделал я совсем в совершенстве и поставил на ход; и ныне на тех заводах стволы водою сверлят и перед прежнюю ручною работою ныне собирается денежной казны от обтирки оных в твою государеву казну по три алтына по две денги от ствола . . . и собирается на оных заводах твоя великого государя казна перед ручною работою без пущих трудов». ⁷⁴

Из документов, объединенных в упоминавшейся выше сенатской справке при указе Сената в Приказ артиллерии, видно, что производительность труда при «отбеливании» стволлов возросла в 8 раз. Она также возросла значительно по отношению к достигнутой в XVII в. на Каширском оружейном заводе. Несомненно, что механизация других работ, также дала сходные результаты. Однако машины, созданные М. В. Красильниковым и Я. Т. Батицевым, ненадолго пережили Петра I. Вскоре после его смерти, если верить исследователям, эти машины были оставлены без использования, обветшали и много ранее 1738 г. прекратили существование; тульские оружейники вернулись к ручной обработке всех частей оружия. ⁷⁵

⁷⁴ Выписка из челобитной опубликована в кн.: Н. Е. Бранденбург. Материалы для истории артиллерийского управления в России, стр. 376.

⁷⁵ С. А. Зыбин. История Тульского оружейного завода. М., 1912, стр. 118—119.

Для этого имелись серьезные экономические причины. Оружейники платили заводу за пользование машинами, или же из платы за единицу сданной продукции у них удерживали определенную сумму. Плата эта была настолько высокой, что оружейники не получали прибыли от машинной обработки, ее поглощала казна. В сенатской справке, о которой уже не раз упоминалось выше, в изложении доношения Батищева, содержится важный материал по этому вопросу. Оказывается, что введение машин встречало сопротивление, в частности, со стороны оружейников, назначенных надзирателями и приемщиками стволов, потому, что, как писал Батищев в челобитной, «они такие снасти имеют и отделявают стволы ручными пилами в домах своих и от того богатеют. А вышеписанному заводу и в казну Ево Государевой прибыли от водяной работы не желают». Следовательно, механизация работ не повышала, а снижала зарплатки оружейников и они, естественно, противились ее осуществлению.

В то же время пользование машинами было связано с пребыванием на территории завода, под «неласковым начальственным оком», тогда как ручные работы выполнялись в домашней мастерской, куда начальство заглядывало редко. Работа на дому была по существу бесконтрольной (хотя официально ее должны были проверять) и открывала возможность исполнения частных заказов и гражданской продукции и других занятий, более выгодных, чем поставка оружия в казну. Уменьшение размеров казенных заказов после смерти Петра I было причиной того, что начальство оружейного завода не стало препятствовать оружейникам в их стремлении возвратиться к ручному производству, так как нужное небольшое количество оружия они успевали сделать и вручную. Основные процессы его изготовления проводились в домашних мастерских оружейников.

Но к 40-м годам XVIII в. петровские «фузеи» поизносились и порастерялись, заготовленное Петром I оружие пришлось пополнять более высокими темпами. Вододействующие машины для обработки стволов были восстановлены. В 1756 г. на заводе имелось в действии 28 станков для сверления стволов, а о других машинах не упоминается. В документах этого времени, кроме упоминания о машинах, можно найти и описание организации производства,⁷⁶ из которого следует, что обработка стволов производилась на заводских машинах, а все прочие работы — на дому. Готовое оружие принималось и хранилось на заводских складах.

Восстановление машин проводил механик Иван Андреевич Нитцель, уже упоминавшийся выше в связи с вопросом о применении набора зубчатых колес на токарном станке (стр. 57). К машинам оружейники постепенно привыкали как к неизбежному злу, но введению новых машин противились, поэтому условий для изобретательской деятельности на заводе не было. В этом отношении обстановку на заводе хорошо рисует выдержка из ответов Тульской заводской администрации на вопросы Военской комиссии при военной коллегии в 1755 г.

«3) Вопрос: вымышленные при заводах мастерами инвенции⁷⁷ с каким примечанием полезности пробуются и производится ль какое тем изобретателям инвенции, для побуждения к тому других, награждения и по скольку за что, и те инвенции производятся казенным ли коштом, или собственным мастерским?

⁷⁶ Н. Е. Брандербург. Тульский оружейный завод в 1756 г. Оружейный сборник, 1882, № 2, стр. 21, 24, 25.

⁷⁷ Изобретения.

«Ответ: За вымышляемые Тульскими оружейными мастерами инвенции никаких из казны награждений не бывает, потому что каждый мастер состоит на задельных деньгах и работают оружейную казенную ординарную работу, а кто пожелает для своего прибытка и интереса в каких вещах вновь сыскивать какие инвенции, оные сыскивают своим капиталом и в том им от Оружейной канцелярии запрещения не имеется, а по сыскании такие вещи делают в домах своих, своим же коштом и продают по вольным ценам разных чинов охочим людям, а пробы тем вещам, кроме стволов, с которых в казну берутся за порох и свинец деньги, никакой не бывает и смотрения в партикулярной их на продажу работе ни откого не имеется, а делают в том смотрение, чтоб сделано было чистою доброю работою сами мастеровые для себя, потому что за лучшее сделанное в доброту более и цену от покупателя взять может, в чем и старание иметь должен каждый мастеровой для себя».⁷⁸

В условиях производственного застоя и при пользовании машинами только по принуждению машинное производство не могло развиваться и совершенствоваться. Оно неизбежно приходило в упадок. К концу XVIII в. оказалось, что оружейники опять обрабатывают стволы на дому, и пришлось вновь изобретать сверлильные и другие машины. Технологические процессы изготовления оружия в конце XVIII в. немногим отличались от существовавших в начале века. Но все же время брало свое, механизация производства наиболее трудоемких процессов началась и уже более не останавливалась. Тем не менее до самого освобождения приписанных к заводу оружейников (в 1864 г.) часть работы производилась на дому вручную. После освобождения, когда стало невозможно регламентировать и контролировать домашние работы оружейников, завод был окончательно перестроен, проведена возможно более полная механизация и автоматизация производственных процессов и все рабочие водворены на его территории.⁷⁹

На Сестрорецком оружейном заводе развитие техники производства шло примерно теми же путями и в те же исторические сроки, что и на Тульском. Первым строителем больших вододействующих машин в конце XVIII в. стал в Туле оружейный мастер Василий Пастухов, имя которого незаслуженно забыто и упоминается здесь впервые в литературе. Машина для сверления оружейных стволов была им изготовлена в 1793—1794 гг. Но так как денег за нее не заплатили, Пастухов обращался много раз с письменными просьбами об оплате в различные инстанции. Из этих прошений можно узнать историю постройки его машин, а также и технологические процессы, которые они предназначены были улучшить. Последнее по времени прошение от 9 июня 1802 г. приводится ниже.

«Покойной господин губернатор Михайло Никитич Кречетников бывшему советнику Тульской оружейной экспедиции господину Веницееву предписал 791-го года июня 16-го дня сделать разные к делу оружия полезные машины, в том числе и для сверления оружейных стволов. Сия машина по превосходству изобретения ее и по трудности дела от господина Веницеева вверена была моему попечению. Надлежало составить ее из двенадцати отличной работы слесарных и точеных станов. Один стан в проезд графа Михайлы Никитича чрез Тулу 793-го года

⁷⁸ Н. Е. Бранденбург. Материалы для истории Тульского оружейного производства. Оружейный сборник, 1881, № 1, стр. 23—24.

⁷⁹ Исторический обзор Тульского оружейного завода и настоящее его положение. Оружейный сборник, 1873, № 4.

в генваре месяце действительно мною отделан был и его сиятельству представлен с приложением исчисления как количеству потребного на все станы железа, так и самой за труды мастерам и на уголь суммы. Граф Михайло Никитич, признавая ту машину весьма полезною, приказал в то же время материалы из заводских магазинов мне отпустить, обнадежил меня по отделке машины не токмо возвратом издержанных на дело оной моих денег, но и испросить всемилоостивейшее награждение за труды мои.

«Но как машина сия окончена в 794-ом году по кончине уже его сиятельства, то и остается по ныне не принятою от меня, а мастера заварные довершают и ныне внутреннюю отделку стволов по домам неисправными ручными машинами со употреблением к каждому стволу работника. На сделанной же мною при наблюдении всей исправности двенадцати стволов шесть, а по нужде и четыре работника удобно могут отделывать. Сверх сего по долговременной опытности моей смею удостоверить, что начально высверливаемые на ней стволы пред делаемыми в настоящих вертельных машинах несравненно стремительнейшие удары производят.

«Сию ощутительную пользу последовавшие начальники Оружейного завода видели, но по неизвестному мне обстоятельству и по днесь я не столько обещанного награждения, но издержанной на дело ее суммы еще не получал, чрез что чувствительно состояние мое разстроилось. По принесенной его высокопревосходительству Ивану Варфоломеевичу Ламбу от меня прозьбе, Тульское правление Оружейного завода машину сию рассматривало, и от 30-го сентября прошлого 1801-го года представило о пользе оной Государственной военной коллегии. Однако ж и на то нет еще разрешения.

«Теперь остается мне единое средство прибегнуть со всеижайшею моею прозьбою к вашему высокопревосходительству и всепокорнейше просить милостивого воззрения вашего на производство сего дела, и явить мощное ваше покровительство о возвращении мне моих на ту машину издержек, о количестве коих ясно показано в деле, и исходатайствовать обещанное покойным графом. И таковым начальничьим милосердием поопрять как меня, так и других моих собратий, тульских оружейных мастеров, к открытию важнейших мастерств, кои закрываются от общего сведения часто и по тому, что не видят никакой за изобретения свои награды».⁸⁰

Как видно из документов, следующих в деле за прошением Пастухова, он получил, наконец, и плату за изготовление машин, и награды.

Описание и изображение в аксонометрической проекции машины для сверления стволов дано в труде И. Х. Гамеля, который считал, что «машин сии суть весьма древнего устройства».⁸¹

Приведенный выше документ показывает, что В. Пастухов закончил свои машины для сверления станков в 1794 г. Факт оплаты этих машин и выдачи награды за их устройство почти через 10 лет показывает, что они оказались вполне пригодными к эксплуатации и привились. В следующие за этим десятилетия нет никаких сведений о постройке новых сверлильных машин. Поэтому можно считать, что Гамель описывал

⁸⁰ Архив АИМ, ф. Оружейный, 1796 г., оп. 11, д. 53, О тульском оружейном заводе, лл. 324—325.

⁸¹ И. Г а м е л ь, ук. соч., стр. 147—148, табл. V.

именно машины В. Пастухова, находившиеся к тому времени в эксплуатации более трех десятилетий и поэтому достаточно изношенные. Машины Пастухова, в которых было много деревянных частей, сравнительно с металлическими станками, построенными при Гамеле заводскими механиками П. Д. Захаво и И. И. Джонсоном, выглядели старыми. Они устарели также и в конструктивном отношении. Поэтому замечание Гамеля о их «весьма древнем происхождении» вполне понятно. Это замечание явилось позднее причиной того, что изображенный Гамелем станок стали приписывать без всяких к тому оснований наиболее старому тульскому машиностроителю М. В. Красильникову, что можно отметить у всех авторов, писавших по данному вопросу.

В конце XVIII — начале XIX в. на Тульском оружейном заводе работал выдающийся машиностроитель Алексей Михайлович Сурина (1767?—1811), который много сделал для внедрения передового опыта английского машиностроения в русское оружейное производство. Посланный в Англию для обучения, Сурина быстро выдвинулся на одном из лучших английских заводов, принадлежавших Ноку, и проработал на этом заводе несколько лет в качестве помощника владельца. Такое положение позволило ему глубоко изучить техническую сторону английского машиностроения. Пребывание Сурина в Англии по времени совпало с революционными преобразованиями в технике производства, и последующая деятельность Сурина на Тульском заводе была поэтому особенно плодотворна. Он многое сделал для внедрения улучшенных способов изготовления инструментов, разработки их новых конструкций, обучения рабочих. Однако новых машин, коренным образом преобразующих производство, им создано не было.

Это совершил Павел Дмитриевич Захаво (1779—1839), начавший свою долголетнюю и плодотворную работу в качестве механика Тульского оружейного завода в 1810 г. Конструкторская деятельность Захаво в области станко- и приборостроения столь обширна и многогранна, что может быть изложена более или менее обстоятельно лишь в специальном исследовании. Наиболее подробно она освещена в книге И. Х. Гамеля. Результатом деятельности Захаво явилось полное устранение абразивных кругов и ручных операций при изготовлении стволов и введение обработки резцами на станках. Абразивы при Захаво применялись только для отделочных работ.

С начала XIX в. в производстве ручного огнестрельного оружия заметную роль начинают играть заводы Урала. На Ижевском оружейном заводе Львом Федоровичем Сабакиным была изготовлена шустовальная машина, предназначенная для обработки ствола изнутри.⁸² Среди документов, относящихся к шустовальной машине Сабакина, наибольшее количество сведений содержит Свидетельство, данное «Следственной над Камско-Ижевским оружейным начальством Комиссией» на основании испытания машины, произведенного 4 ноября 1811 г.

⁸² И. Гамель (ук. соч., стр. 154) считал изобретателем машины П. Д. Захаво, введшего ее на Тульском оружейном заводе в 1810 г. Однако работа Л. Ф. Сабакина в 1811 г. была принята авторитетной комиссией и высоко оценена как оригинальная. Поэтому следует считать, что Гамель, писавший об этой машине через 15 лет после ее изготовления, получил не вполне достоверные сведения. В то же время и П. Д. Захаво, как установлено документально, тоже работал над созданием шустовальной машины, которая была в эксплуатации на Тульском оружейном заводе. Поэтому сейчас трудно выяснить степень участия каждого из этих двух выдающихся механиков в создании машины. Дальнейшие исследования помогут выяснить обстоятельства ее создания.

В свидетельстве отмечается, что машина, «будучи сооружена просто и малосложно при весьма малом употреблении на действие ее воды, шустует по четыре ствола или 12 часов на один шуст», что несравненно производительнее ручного труда, не требует приложения больших физических усилий рабочего и труд на ней не вреден для здоровья. Эта машина была построена также и на Сестрорецком оружейном заводе, который получил с Ижевского завода образец шуста и описание машины.⁸³

В книге Гамеля приведен чертеж и даны описания шустовальной машины П. Д. Захаво.

4. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ СВЕРЛИЛЬНЫЕ СТАНКИ

Выше подробно рассматривалась история возникновения станков, давших возможность обрабатывать цилиндры царовых машин с необходимой точностью. Теперь следует сделать несколько кратких замечаний относительно создания обычных сверлильных станков, имеющих значительно более краткую историю.

Современному читателю обычные коловороты и дрели, распространенный столярный и слесарный ручной инструмент хорошо известны и описывать их нет надобности. В XVIII в. эти инструменты имели почти такую же конструкцию, как и в наши дни.⁸⁴ В конце XVIII—начале XIX в., когда началась в больших масштабах механизация привода всех типов металлорежущих станков, это коснулось и сверлильных инструментов, которые приобрели при этом характер стационарной установки, а затем постепенно и более крупные размеры, соответствовавшие новым возможностям привода, новым потребностям в отношении величины просверливаемых отверстий.

Образцами первых механизированных сверлильных станков могут служить станки, изготовленные и установленные около 1825 г. на Луганском заводе.

На рис. 95 изображен двухшпиндельный сверлильный станок, установленный на одной колонке.⁸⁵ Он имел уже важнейшие узлы сверлильных станков — пару конических зубчатых колес для передачи главного движения под прямым углом и пару шестерня — зубчатая рейка для осуществления движения подачи. Главное движение получалось от шкива, связанного с трансмиссией. Последняя приводилась в действие паровой машиной мощностью 25 л. с., которая, кроме этой трансмиссии, обслуживала и другое оборудование. Холостого шкива на станке еще не было, и отключение производилось с помощью муфты, которую переводили рычагом.

Станок был изготовлен самим Луганским заводом в количестве пяти экземпляров. Вскоре было решено улучшить его конструкцию введением холостого шкива на станке и индивидуального контрпривода, что позволяло отказаться от включения с помощью муфты.

На рис. 96 помещен чертеж настенного станка Луганского завода улучшенной конструкции.⁸⁶ Этот станок был изготовлен, так же как предыдущие, самим Луганским заводом не позднее 1830 г.; как видно из чертежа, станок имел двухступенчатый шкив, получавший энергию от отдельного

⁸³ Центральный гос. архив Удм. АССР, ф. 4, оп. 1, № 32, л. 163.

⁸⁴ А. К. Нартов. Театрум Махиарум. Рукопись. Государственная Публичная библиотека им. М. Е. Салтыкова-Щедрина, Отдел рукописей, ф. Эрмитажный, № 160.

⁸⁵ ЦГИАЛ, ф. 37, оп. 9, д. 687, л. 154.

⁸⁶ Та же, л. 150.

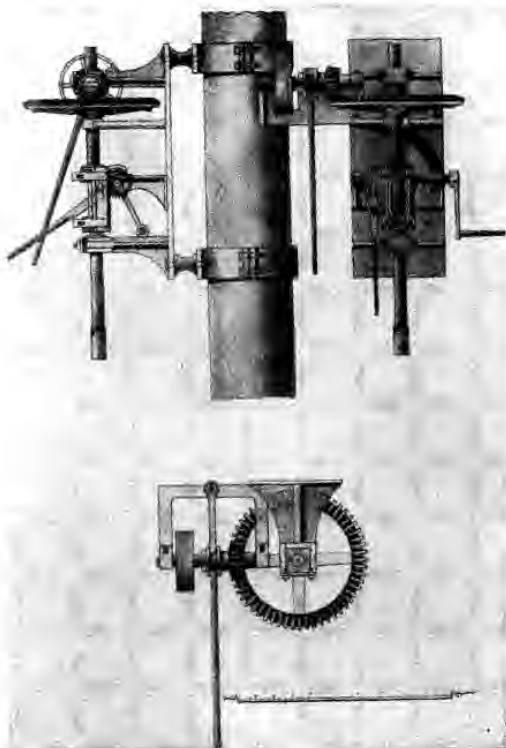


Рис. 95. Двухшпindelный сверлильный станок Луганского завода.
1825 г. Заводской чертеж.

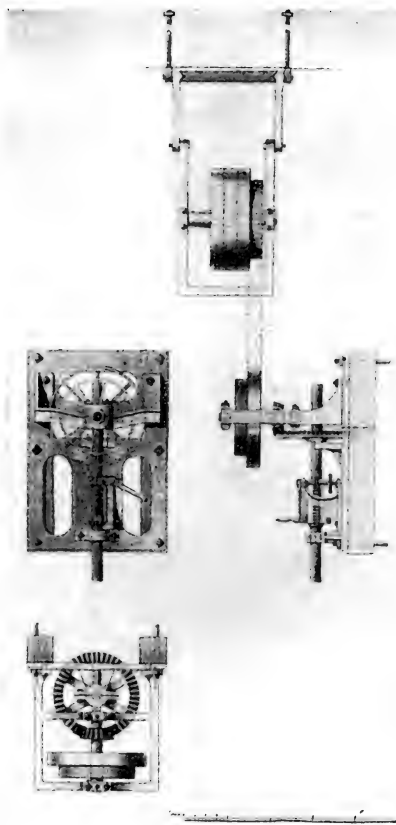


Рис. 96. Настенный сверлильный станок Луганского завода 1830 г. Заводской чертеж.

контрпривода. У этого станка имелись, так же как у рассмотренного ранее, два наиболее существенных элемента универсального сверлильного станка XIX в., а именно узел конической передачи, передающей главное движение под углом, и шестеренно-реечная передача движения подачи.

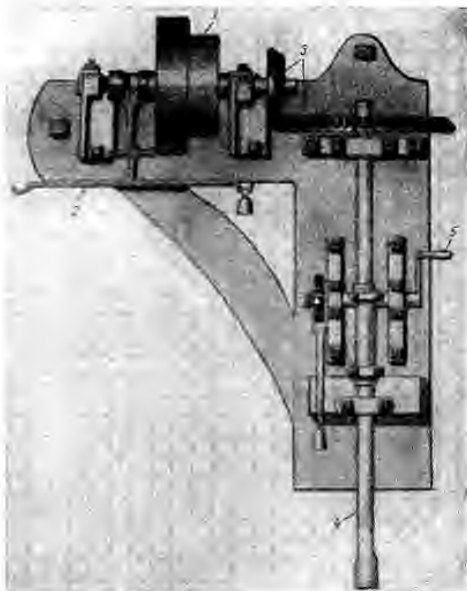


Рис. 97. Универсальный сверлильный станок Черепановых, 1-я полов. XIX в. Альбом Вийского механического заведения.

Таким образом, уже к 30-м годам XIX в. сверлильные станки мало отличались от применявшихся даже в первой половине XX в.

На рис. 97 изображен чертеж универсального вертикально-сверлильного станка Вийского механического заведения конструкции Черепановых.⁸⁷ Постройка этого станка относится к тому же времени, что и станков Луганского завода. По своей конструкции рассматриваемый станок не отличался от них в существенных деталях.

⁸⁷ НТФ ГИАСо, ф. 47, Альбом Вийского механического заведения.

Станок не имел холостого шкива и воспринимал движение на одну из ступеней двухступенчатого шкива 1. Включение и выключение станка осуществлялось кулачковой муфтой при повороте двух плечей рукоятки 2, на одном плече которой был подвешен в качестве противовеса груз. Пара конических зубчатых колес 3 передавала движение шпинделю 4. Последний имел канавки в верхней части, на которой сидело коническое зубчатое

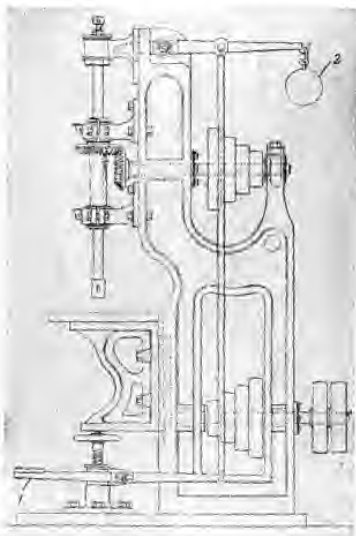


Рис. 98. Вертикально-сверлильный станок одного из arsenалов. 1852 г. Заводской чертеж.

колесо 3. Поэтому при вращении рукоятки 2 шпиндель мог подниматься и опускаться.

Сохранился чертеж универсального вертикально-сверлильного станка Ижевского оружейного завода, относящийся к 1840 г.⁸⁸

Движение воспринималось трехступенчатым шкивом. Устройство для выключения непосредственно на станке не было, следовательно, они имелись на обслуживавшей его трансмиссии. На одном валу со шкивом си-

⁸⁸ Архив АИМ, ф. Чертежи Ижевского оружейного завода, 1840 г., оп. 3, д. 88, л. 1, «Чертеж вертикальной машины для сверления дыр».

дело коническое зубчатое колесо, находившееся постоянно в зацеплении с зубчатым колесом, сообщавшим вращательное движение шпинделю.

Движение подачи осуществлялось таким образом, что его механизмом мог управлять сам сверловщик. Это достигалось благодаря приближению органа управления движением подачи к рабочему месту. Механизм движения подачи был довольно сложен. В нем, несмотря на то что этот станок мало напоминал по внешнему виду описанные выше расточные станки, использовался широко применявшийся в них принцип. На станке имела неподвижная гайка, а проходящий через нее ходовой винт, связанный со шпинделем, перемещал его.

Шпиндель был связан с ходовым винтом, проходившим сквозь неподвижную гайку. Он имел две симметрично расположенные шпоночные канавки, благодаря чему, не утрачивая контакта с коническим зубчатым колесом, мог перемещаться вниз и вверх. На ходовом винте сидело зубчатое колесо. Оно находилось в зацеплении с зубчатым колесом, имевшим реборды. Поэтому при перемещении ходового винта и сидевшего на нем зубчатого колеса зацепление между ним и колесом не нарушалось. Зубчатое колесо могло под давлением на его реборды перемещаться вверх и вниз по валику, снабженному шпоночными канавками. На конце валика был посажен маховичок, при вращении которого приводился в действие весь механизм подачи.

Поднимающегося на винте стола станок не имел. Взамен винтового подъема при станке был многоступенчатый стол, состоявший из пяти небольших литых столиков, устанавливавшихся друг на друге в количестве, соответствовавшем высоте обрабатываемой детали. Это устройство стола не было достаточно надежным и не обеспечивало безопасности для рабочего.

В те годы получил распространение описанный выше механизм движения подачи. Об этом свидетельствует, например, его применение на вертикально-сверлильном станке мостового типа, эксплуатировавшемся в Петербургском арсенале,⁸⁹ эскизный чертеж которого сохранился. Размещение станка между двумя широко раздвинутыми колоннами позволяло сверлить отверстия в громоздких деталях.

На рис. 98 представлена копия чертежа вертикально-сверлильного станка, сделанная в мае 1852 г. с чертежа станка, находившегося в эксплуатации в одном из русских арсеналов.⁹⁰ Этот станок имел педальную ры-

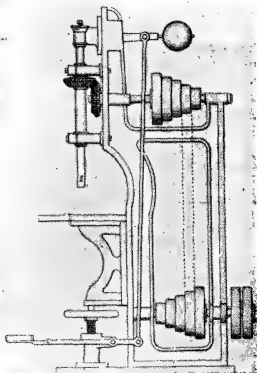


Рис. 99. Универсальный вертикально-сверлильный станок фирмы Пэсмит и Гейскел. Около 1840 г. По Дж. Ренни.

⁸⁹ ЦГИАЛ, ф. 1424, оп. 4, д. 787, л. 1.

⁹⁰ Архив АИМ, ф. Арсенальный (1 стол), 1848—1857 гг., оп. 18/1, д. 313, л. 106, «Чертеж вертикального станка с подвижным столом».

чажную подачу, холостой шкив и подъемный стол. Он вполне сходен с теми вертикально-сверлильными станками, которые находились в эксплуатации еще в начале текущего столетия.

При нажатии на педаль 1 система рычагов заставляла шпиндель опускаться, при ослаблении нажима противовес 2 заставлял его подниматься.

Остальные узлы станка настолько понятны современному нам читателю, который еще недавно мог видеть подобные станки в эксплуатации, что не требуют никаких пояснений.

В атласе Дж. Ренни (табл. 29) приведен чертеж сверлильного станка фирмы Нэсмит и Гейскел, в котором подача сверла осуществлялась с помощью педали. Как видно из рассмотрения рис. 99, этот сверлильный станок мало отличался от тех, которые до настоящего времени иногда эксплуатируются на небольших предприятиях, в индивидуальном производстве, особенно в различных ремонтных мастерских и цехах.

Здесь имелись холостой и рабочий приемные шкивы, четырехступенчатые шкивы для изменения скоростей, коническая передача к шпинделю, педальное устройство с противовесом для подачи шпинделя и, наконец, подъемный на винте стол. Этот станок удержался в эксплуатации на протяжении почти столетия без каких-либо существенных конструктивных изменений.

Кроме описанного выше станка, Дж. Ренни приводит чертежи радиально-сверлильной машины и ряда специальных сверлильных станков.

5. НЕКОТОРЫЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ СВЕРЛИЛЬНЫЕ РАБОТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ

Среди других работ, связанных с резанием металлов, значительный интерес представляет разметка и просверливание запальных отверстий в стволах орудий, рассверливание раковин, образовавшихся в них при стрельбе, и некоторые другие характерные для производственных возможностей своего времени.

Описываемый И. Ф. Германом метод просверливания запальных отверстий дает представление об уровне знаний начала XIX в. и приемах разметки. При сверлении запальных отверстий применялись довольно сложные методы, разработка которых явилась важным вкладом в технологию разметки, имеющую особое значение для истории машиностроения.

И. Ф. Герман указывал, что обработанные орудийные стволы подавались к стенду, на котором производилось сверление запальных отверстий. С помощью крапа-укоины они устанавливались на поперечные деревянные лежни, армированные железными полосами. Закрепление на этом стенде осуществлялось с помощью железных или деревянных клиньев. Схема выполнения разметочных работ по чертежам И. Ф. Германа представлена на рис. 100.⁹¹ Процесс разметки и сверления И. Ф. Герман описывал следующим образом. «При сверлении запалов самое первое дело состоит в том, чтоб найти между цапфами по длине пушки среднюю линию, отстоящую равно с обеих сторон от цапфов, что делается посредством налагаемого на пушку у казенной ее части и у дульного фриза горного уровня; но наперед должно пушку так укрепить, чтобы она цапфами с горизонтом была параллельна, что делается также посредством налагаемого на деревянную отвисную доску вышеупомянутого уровня. Нашедши таким образом оную линию, оборачивают пушку так, чтобы цапфы ее были перпенди-

⁹¹ Иван Герман, ук. соч., табл. XXIX.

кулярны к горизонту, что делается также посредством отвесной деревянной доски.

«Укрепивши же таким образом пушку, вкладывают в нее калибер с прикрепленною к нему наружною доскою, на которой близ тарельной части или при конце казенной находятся две небольшие подушечки, так устроенные, что пропущенное чрез них сверлышко точно пройдет до назначенного места в казне. Подушки сии укрепляются к железной доске, которая привинчивается глухим винтом, продетым посреди ее насквозь с другою под нею находящеюся доскою и сквозь деревянную, в которой обе они

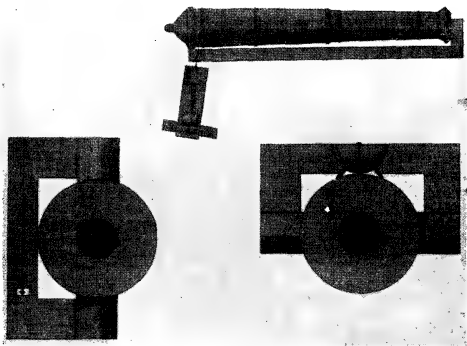


Рис. 100. Схема разметочных работ и сверления запального отверстия в стволе артиллерийского орудия. Конец XVIII в. По И. Ф. Герману.

прикреплены винтом глухим. Верхняя доска, на которой находятся подушки, сверх того прикрепляется к нижним двум подвижным винтам, кои служат для завинчивания наглухо верхней доски.

«Когда подушки совсем будут настроены, как было выше сказано, то есть, чтоб пропущенное сквозь их сверлышко точно проходило в назначенный пункт в канале, то приготавливают прежде деревянного цилиндра, которой пройдет в канал пушки до самого конца. Вышеупомянутые подушки настраивают посредством верчения той доски, на которой они находятся, а доска она на глухом посреди ее находящемся винте, пропускающая сверлышко, которое равным образом параллельно с горизонтом, чрез подушку упирают его одним концом в назначенный пункт на меловой линии, а другим в коловорот нажимаемым винтом».⁹²

Таким образом, задача, которая ставилась при разметке запального отверстия, состояла в том, чтобы ось отверстия и ось канала ствола орудия пересекались. Весь описываемый И. Ф. Германом сложный процесс

⁹² Там же, стр. 105—106.

установки сверла относительно ствола орудия подчинен этой задаче. Сначала ствол располагали так, чтобы его цапфы находились в горизонтальной плоскости. Поверочным инструментом для этого служил отвес («горный уровень»). Затем ствол поворачивали на 90° , причем руководствовались тем же отвесом.

В описанном способе разметки имеется тот недостаток, что он может дать хорошие результаты только тогда, когда оси канала ствола и самого ствола совпадают. Разметка канала ствола, описанная выше, может это обеспечить. Однако вряд ли «свирельные» станки грубой конструкции могли полностью воспроизвести то, что было задано разметкой. Работа вручную была, кроме того, малопроизводительной и неточной. Поэтому в начале XIX в. в артиллерийское ведомство поступали довольно многочисленные проекты механизации процесса разметки и сверления запальных отверстий.

Описанный Германом метод разметки являлся передовым как в России, так и в странах Западной Европы. Его описание Германом представляет ценный вклад в технологию машиностроения.

Борьба с раковинами пушечного литья была одной из важнейших технических проблем на протяжении всего XVIII в. Все работы в этой области считались имеющими особое государственное значение и поэтому совершенно секретными. Известно, что А. К. Нартов успешно применял «секретную инвенцию» для заделки раковин и исправил несколько тысяч орудий.⁹³ Затем этими же работами несколько лет занимался его сын, известный ученый А. А. Нартов.⁹⁴

Предположение о том, что их метод состоял в рассверливании раковины, куда вставлялся и затем расклепывался «железный гвоздь»,⁹⁵ опровергается тем, что среди материалов, приобретаемых Нартовым для выполнения этих работ, были такие материалы, которые применяются при пайке.

В 1788 г. выступил с новым изобретением способа зачинки раковин Ф. Иванов.⁹⁶ В 1798 г. изобретение в этой области сделал известный военный инженер Петр Иванович Мелиссино,⁹⁷ а в 1808 г. — специалист по производству орудий подполковник Зуев.⁹⁸ Однако в чем именно состоял технологический процесс заделки раковин и какое для этого применялось оборудование, оставалось до настоящего времени неизвестным. В Музее Горного института еще в конце прошлого века хранился «прибор для заделывания раковин, открывающихся в каналах орудий»,⁹⁹ но в на-

⁹³ Архив АИМ, ф. Сборный, 1760—1765 гг., оп. 13, д. 5843/75, «Дело об отпуске майору Нартову на покупку секретных припасов к зачинке во орудиях раковин денег 100 рублей, тут же сколько с 1756 г. по 1760 г. в разных местах во орудиях раковин зачищено».

⁹⁴ См. выше, примеч. 93, а также: Архив АИМ, ф. Сборный, 1755 г., оп. 13, д. 5843/68, «Дело по указу из Правительствующего сената о определении к статскому советнику г-ну Нартову для обучения секретного искусства кадетского корпуса подпрапорщика Андрея Нартова и о прочем»; Архив АИМ, ф. Сборный, 1758 г., оп. 13, д. 5843/71 и 5843/72, «Дело по доношению артиллерии г-на Нартова об отпуске для зачинки в орудиях раковин припасов».

⁹⁵ В. Родзевич. Историческое описание С.-Петербургского арсенала за 200 лет его существования. 1712—1912 гг. СПб., 1914, стр. 136—137.

⁹⁶ Архив АИМ, ф. Штаба генерал-фельдцейхмейстера, 1788 г., св. 792, д. 945, «О новом способе зачинки раковин, предложенном п/поруч. Ф. Ивановым».

⁹⁷ Архив АИМ, ф. Арсенальный, 1798 г., оп. 9, д. 1331, «О зачинке раковин в орудиях изобретения П. И. Мелиссино».

⁹⁸ Архив АИМ, ф. Арсенальный, 1808 г., оп. 9, д. 2119, «О машине, изобретенной п/полк. Зуевым для зачинки раковин в орудиях».

⁹⁹ М. Мельников. Путеводитель по Музеуму. СПб., 1898, стр. 140.

стоящее время этого прибора в музее нет и неизвестно когда и при каких обстоятельствах он был изъят. Тем больший интерес поэтому представляют описания процесса заделки раковин и применявшаяся для этого «секретная машина», помещенные в книге И. Ф. Германа. Этот способ заделки раковин В. Родзевич называл способом Меллисино.¹⁰⁰

Крупные раковины, обнаруживаемые в канале ствола орудия, считались браком неисправным. Стволы с такими раковинами надрезались в четырех местах, разбивались под копром и шли в переплавку. Раковины средней величины считались браком исправным, и именно для этого случая использовался технологический процесс и оборудование, описанные И. Ф. Германом.

Процесс начинался с выявления раковины, для чего применялся специальный щуп, изображенный на рис. 101, 1. Этот щуп И. Ф. Герман называл «трещоткой», что совершенно не соответствует современной нам терминологии. Далее, как пишет И. Ф. Герман, «приискав в пушке раковину, посылают в канал деревянный шест с наложенным на конце его воском, которым и осматривают величину находящейся в пушке раковины»¹⁰¹. . . Сия раковина ежели по испытанию окажется очень велика, то не производят над нею никакой работы, а пушку подвозят к копру, где, будучи она надрезана местах в четырех, ломается и после идет в переплавку в воздушные печи. Напротив того, ежели в пушке окажется небольшая раковина, то начинают над нею производить починку посредством вышеупомянутой секретной машины. . .».

Технологический процесс заделки включал рассверливание раковины перовым сверлом 2, нарезания полученного отверстия метчиком 3, изготовление нарезанной пробки 4 соответствующего размера, завинчивание ее в нарезанное отверстие, скручивание и обламывание ножки пробки, зачистку обломанной ножки длинным напильником 5. Из этого процесса наиболее сложными и интересными являются те работы, которые должны совершаться внутри канала ствола, т. е. в месте, недоступном для проникновения рук рабочих и мало доступном для обозрения. Только пробка изготовлялась вне канала ствола, остальные работы производились внутри него.

Для рассверливания раковины, нарезания в рассверленном отверстии резьбы, завинчивания пробки и обламывания ножки применялось оригинальное и довольно сложное устройство. И. Ф. Герман описал это устройство весьма туманно и не привел его сборочного чертежа, поместив лишь отдельные детали. Поэтому воспользоваться чертежами, приведенными в его книге (рис. 102), можно лишь отчасти и приходится для объяснения конструкции и действия устройства составить схему (рис. 103).

Устройство размещалось на двух длинных стальных полосах, скрепленных между собой винтами. Поперечное сечение полос показано на рис. 102, 6. На полосах располагались последовательно по длине четыре подшипника 7 (рис. 103), в которых могли свободно вращаться два валика, проходивших по всей длине полос. На рис. 102, 6 видны также сечения подшипника и двух валиков разных диаметров. Длина полос и валиков должна была превышать длину канала ствола, чтобы можно было заделывать раковину в любом месте. Впрочем, заделка раковин в казенной части обычно не разрешалась. На рис. 102, 8 показан вид сверху части полосы, подшипника и валиков. Валик 9 (рис. 103)

¹⁰⁰ В. Родзевич, ук. соч., стр. 136—137.

¹⁰¹ Т. е. делается слепок.

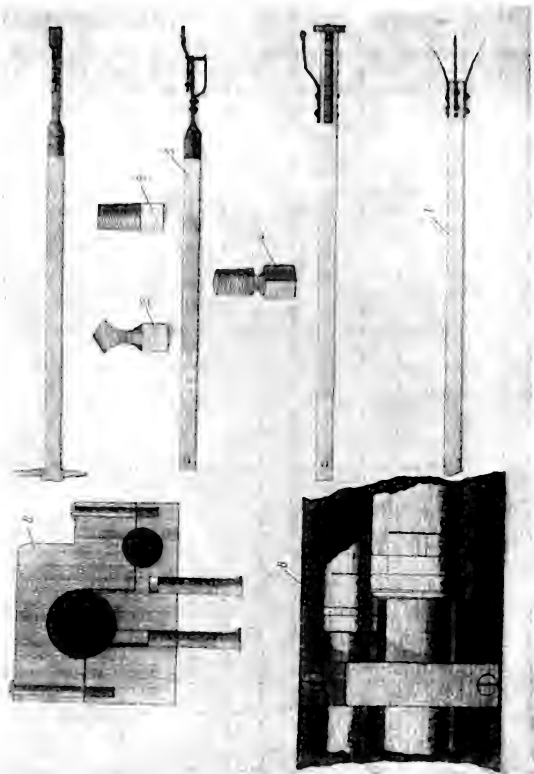


Рис. 104. Инструменты для заделки раковин в стволах артиллерийских орудий. Конец XVIII в.
По И. Ф. Герману.

большого диаметра служил для обеспечения главного движения, а валик 10 меньшего диаметра для движения подачи.

Рассмотрим, как осуществлялось главное движение. На одном конце валика 9, выходящего из канала ствола, имелся штурвальчик 11, на его противоположном конце было посажено коническое зубчатое колесо 12

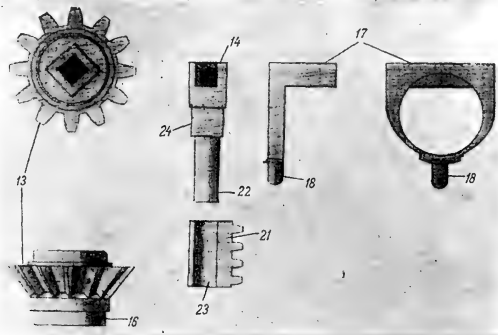


Рис. 102. Детали устройства для заделки раковин в стволах артиллерийских орудий. Конец XVIII в. По И. Ф. Герману.

с десятью зубьями. Оно падало в зацеплении с коническим зубчатым колесом 13, имевшим двенадцать зубьев. Колесо 13 имело квадратное отверстие, в которое вставлялся шпindel 14 своей верхней частью, имевшей квадрат-

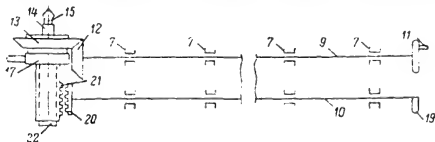


Рис. 103. Кинематическая схема устройства для заделки раковин.

ное сечение, соответствовавшее отверстию в зубчатом колесе 13. Шпindel 14 имел квадратное отверстие (гнездо), в которое последовательно вставлялись хвостовики сверла 15, метчика и пробки. Для того чтобы вставить один из этих предметов, необходимо было каждый раз извлекать все устройство из канала ствола. Зубчатое колесо 13 имело круглый прилив 16, на который падался своим круглым отверстием кронштейн 17, круглый хвостовик которого 18 вставлялся в гнездо, имевшееся в стальных полосах,

служивших основанием всего устройства. Таким образом, при вращении штурвала 11 вращался валик 9, сидевшее на нем зубчатое колесо 12, колесо 13, шпиндель 14 и, наконец, сверло 15.

Механизм движения подачи представлял собой следующее. На конце валика 10, выступавшем за пределы канала ствола, имелась рукоятка 19, а на другом конце было посажено торцевоническое зубчатое колесо 20, находившееся в зацеплении с короткой (всего четыре зуба) зубчатой рейкой 21. Шпиндель 14 имел длинный хвостовик 22 круглого сечения, который свободно вращался в отверстии, имевшемся на муфте 23, одна сторона которой была снабжена зубчатой рейкой 21. При движении рейки 21 вдоль оси шпинделя 14 последний, все время сохраняя с ней контакт благодаря наличию заплечника 24, был вынужден перемещаться также вдоль своей оси и осуществлять таким образом движение подачи.

Описанное И. Ф. Германом устройство было оригинально и целесообразно. Оно явилось прообразом тех машин, которые применяются для работ в местах, недоступных для человеческих рук. Вероятно, в странах Западной Европы также существовали какие-либо устройства для заделки раковин, однако сведения о них в печать не проникали. Равным образом о них нет сведений и в современной нам историко-технической литературе.¹⁰²

¹⁰² Ф. Н. Загорский. Обработка металлов резанием на Петрозаводском и Кончезерском заводах на рубеже XVIII и XIX веков. Тр. Инст. истории естествознания и техники АН СССР, т. 29, 1960, стр. 112—134.

Глава III

ФРЕЗЕРНЫЕ, СТРОГАЛЬНЫЕ И АБРАЗИВНЫЕ СТАНКИ

1. ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ

Станки для фрезирования зубьев колес

Наиболее старыми фрезерными станками являются станки, предназначенные для нарезания зубчатых колес. В этих станках уже в начале XVIII в. имелись два важнейших узла: делительное устройство и зуборезная установка. Каждый из этих узлов до XVIII в. развивался самостоятельно, а затем они соединились в одной конструкции.

Наиболее старая делительная шайба (рис. 104), изготовленная в 1564 г., до второй мировой войны хранилась в Дрезденском физико-математическом салоне.¹ На ней были нанесены концентрические окружности, разделенные на определенное число частей, а также имелось отверстие для насадки на штырь для удобства разметки заготовки. Как отмечает Фельдхауз, делительная шайба была расчерчена с обеих сторон. С одной стороны она имела 11 концентрических окружностей со 120 делениями, а с другой — 10 окружностей с 768 делениями. Такое большое количество делений позволяло размечать зубчатые колеса с любым числом зубьев в пределах потребности того времени.

Изготовление зубчатых колес требовало очень большой затраты труда. Сделанные вручную по разметке, даже выполненной со специальными приспособлениями, они не были точными. Потребность в изготовлении мелких зубчатых колес для карманных часов, получивших к концу XVII в. значительное распространение, вызвала настойчивую необходимость в механизации труда.

Первое устройство для механизации процесса разметки зубьев и их нарезания было описано крупнейшим французским инженером-приборостроителем Никола Бионом в 1709 г. под названием «устройство для деления и нарезания колес и шестерен для часов или платформа для часовщиков».² Оно было предназначено для нарезания небольших зубчатых колес

¹ F. M. Feldhaus. Von Werkzeugen und Werkzeugmaschinen. Denkschrift zum 40 Jährigen Bestehen der Firma Hahn und Kolb. Stuttgart, 1938, стр. 30, 163.

² Nicolas Bion. Traité de la construction et des principaux usages des instruments de mathématique. Paris, 1709. Это издание автору достать не удалось, ввиду чего он всюду пользуется 2-м изданием: Paris, 1716, стр. 97, табл. X.

Никола Бион, французский космограф и инженер, конструировавший, изготавливавший и продававший научные инструменты и приборы, в том числе глобусы и

стенных и карманных часов. Бион указывал, что «эта машина очень удобна и сберегает много времени часовщикам при нарезании зубьев и делит очень точно». Чертежи устройства, данные Бионом, изображены на рис. 105.

Самой существенной частью устройства для деления являлся изготовленный из латуни делительный диск *A*, имевший в диаметре 7—8 дюймов. На диск были нанесены концентрические окружности, разделенные на разное число частей, четных или нечетных. При делении всегда отыскивали делитель. Точки делений наносились острым кернером. Делительным диском можно было пользоваться при нарезании зубьев без приспособле-

ния для разметки. В этом случае заготовку колеса надевали на ось, проходившую через центр делительного диска, и разметку вели с помощью линейки, один конец которой ориентировали на центр диска, а другой — на очередное деление соответствующей концентрической окружности.

На рис. 105 представлены: вид машины сверху (обозначенный *a*), сбоку (*b*), отдельно вид устройства для фрезерования (*c*), а также узлы: фиксатора-указателя (*z*) и оси с гайками и шайбами для закрепления заготовки (*d*).

Делительный диск *A* помещался между двумя ветвями направляющей планки, на верхней ветви которой могло быть в любом месте закреплено с помощью барашка устройство для фрезерования. К корпусу устройства для фрезерования, которое могло перемещаться по направляющей планке,

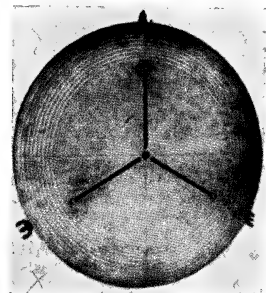


Рис. 104. Шайба для деления заготовок при нарезании зубчатых колес. 1564 г. Фотография с натуры проф. Фельдхауза.

шарнирами были прикреплены две стойки, в которые жестко вмонтированы штыри с центрами. Между последними был зажат квадратный валик, на котором посажена фреза, а рядом с ней сидел маленький шкив. Валик и фреза могли свободно вращаться между центрами. На той же верхней ветви направляющей планки мог быть в любом месте закреплен барашком указатель с фиксатором. Последний устанавливался в соответствующей лунке деления на заданной окружности делительного диска. Ось делительного диска и одновременно нарезаемого колеса являлась сменной деталью, размеры которой должны были соответствовать толщине нарезаемого колеса и диаметру отверстия в нем.

Работа производилась следующим образом. Нарезаемое колесо устанавливалось на оси и с помощью шайб и гаек скреплялось с делительным диском. На диске выбиралась окружность с требуемым числом делений и

сферы, имел звание королевского инженера математических инструментов. Обладал глубокими математическими и техническими познаниями. Бион родился в середине XVII в., умер в 1733 г. в возрасте старше 80 лет. Он является автором ряда сочинений по астрономии и физике. Однако особенную известность получил упомянутый выше труд в области техники. Он был издан также на немецком и английском языках.

соответственно этому на планке закреплялся указатель и фиксатор устанавливался в лунку деления. После этого устройство для фрезерования подводилось к нарезаемому диску и фреза опускалась до контакта с ним (см. рис. 105, в). В этом положении устройство закреплялось барашками. Затем брался лучок, и его тетивой проводили 4—5 раз по шкивку, расположенному рядом с фрезой, в результате чего углубление между зубьями оказалось прорезанным. Повернув диск так, чтобы фиксатор встал на следующем делении, вновь проводили тетивой лучка по шкивку и получали следующее углубление, и т. д.

В конструкции, описанной Бином, впервые для нужд обработки металлов были применены совместно делительный диск и фреза, что является

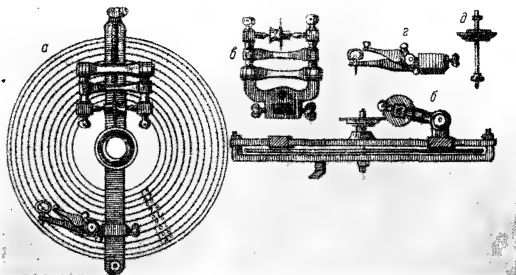


Рис. 105. Устройство для фрезерования часовых зубчатых колес. Нач. XVIII в. По Н. Биону.

весьма важным фактом в области создания металлорежущего оборудования. Никола Бйон писал о том, что станок предназначен только для часовщиков. Его книга в целом была адресована различным специалистам по изготовлению научных инструментов, т. е. довольно ограниченному кругу мастеров.

В 1724 г. (1721?) А. К. Нартов изготовил зуборезно-фрезерный станок большего размера, который он предназначал для нарезания зубчатых колес для любых машин, в том числе для токарных станков. В рукописи труда А. К. Нартова «Театрум Махинарум» зуборезно-фрезерному станку посвящен специальный раздел и приведен его чертёж. Гл. 27 «О зубчатой машине, в коей нарезавают на колесах разные зубцы, также и шестерни, для приготовления к сочинению всякого рода машин» содержит материалы, достаточные для составления описания станка.

Станок (рис. 106) имел три основных узла: станину, делительно-поворотное и закрепляющее устройство и механизм, служивший для подведения фрезы к обрабатываемому изделию и ее вращения. Станина состояла из горизонтальной рамы А, поддерживаемой стойками С.³

³ Здесь соблюдаются повсюду буквенные обозначения, принятые в рукописи. Цифровые обозначения введены в настоящем издании.

Устройство, на котором устанавливалось и поворачивалось фрезеруемое зубчатое колесо, опиралось на поперечные связи горизонтальной рамы *A* станины. На поперечных связях болтами были закреплены две направляющие скобы *F*, в которых могла перемещаться массивная горизонталь-

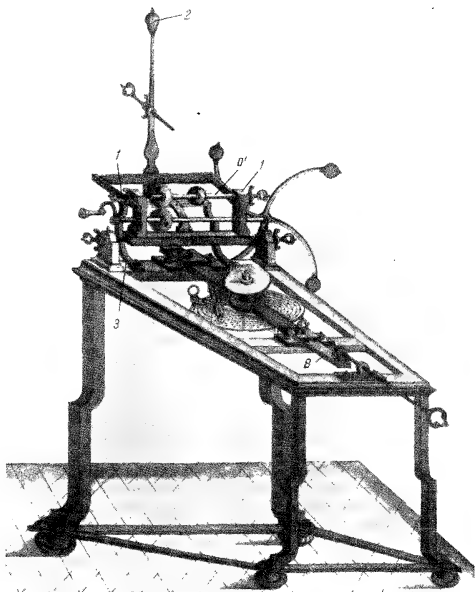


Рис. 106. Зуборезно-фрезерный станок, изготовленный А. К. Нартовым. Около 1724 г. Рукопись «Театрум Махинарум» А. К. Нартова.

ная планка *B* (на изображении станка на л. 58 рукописи буква *B* поставлена явно ошибочно на горизонтальной раме *A*, ввиду чего здесь она перенесена в соответствии с описанием машины на горизонтальную планку). Перемещение планки *B* осуществлялось с помощью винта *I*, который проходил через гайку *K*, неподвижно закрепленную на станине. Планка *B* посередине имела отверстие, через которое проходил вертикальный валик *D*. Ослабление сечения планки *B* в месте прохода валика *D* компенси-

ровалось ее уширением. На нижнем конце вертикального валика *D* был посажен делительный диск *E*, а на верхнем устанавливалась и закреплялась гайкой заготовка, на которой предстояло нарезать зубья.

Делительный диск *E* и планку *B* разделяли на валике *D* шайбы (на изображении не видны), вследствие чего между диском и планкой имелся значительный зазор. В нем могла перемещаться линейка *G*, один конец которой был шарнирно закреплен в планке *B*, а другой опирался на диск *E* с помощью иголки-конуса: линейку удерживала в определенном положении пружинящая планка *H*. Последняя имела продольную прорезь перемещения барашка, закреплявшегося в положении, соответствующем месту установки линейки *G*.

Третий узел станка, механизм для подведения и вращения фрезы, имел раму, состоявшую из бруса *H*, двух стоек *I*, П-образной планки *X* и планки *W*. Вся рама могла свободно поворачиваться, так как планка оканчивалась осями *M*, входившими в стойки *L*. Последние были жестко закреплены на раме *A* станины. Через стойки *I* проходил вал *O*, имевший на одном конце рокоятку, вращая которую приводили в движение фрезу, а на другом конце маховик («луковатый баланс») *R*. Между стойками *I* на валу *O* было посажено зубчатое колесо *P*. Это колесо находилось в зацеплении с колесом *S*, посаженным на оправку *O'*⁴ фрезы *T*. Планка имела винт *Y* с барашком. Винт *Y* служил упором для всей конструкции в рабочем положении, когда его опускали до соприкосновения фрезы *T* с диском *V*, на котором предстояло нарезать зубья. В этом положении конструкцию удерживали и уменьшали ее дрожание, нажимая на рукоятку *2*. Опорой конструкции в нерабочем положении являлась скобообразная стойка *3*.

Нарезание зубьев производилось следующим образом. На вертикальном валике *D* устанавливалась заготовка *V*, на которой должны были быть нарезаны зубья. Заготовка *V* прочно закреплялась гайкой и контргайкой, что обеспечивало сохранение ее неподвижности относительно валика *D* и делительного диска *E* в течение всего времени нарезания зубьев. Затем с помощью винта *I* планку *B* перемещали так, чтобы фреза *T* при опускании могла войти в контакт с обрабатываемым диском *V*. Величина требуемого при этом перемещения зависела от размеров зубчатого колеса. Планку *B* прочно закрепляли в принятом положении с помощью винтов, проходивших через направляющие скобы *F*.

В соответствии с количеством зубьев, которое было необходимо нарезать на колесе, выбирали для руководства одну из концентрических линий на делительном диске *E*. Концентрические линии были разделены лунками на число частей, соответствовавшее числу зубьев. На рисунке показаны 7 окружностей, на которых обозначены цифры 48, 56, 64, 72, 80, 88, 96 и 104. При повороте делительного диска *E* на одно деление одновременно на соответствующий ему угол поворачивалось и нарезаемое колесо. Выбрав нужную для руководства линию на делительном диске *E*, опускали фрезу *T* до упора в колесо *V* и начинали вращать рукоятку *Q*, а следовательно, и фрезу *T*. Собственный вес устройства для фрезерования дополнялся нажимом на рукоятку *2*. Маховик *P* содействовал достижению равномерности и устойчивого характера режима резания, особенно необходимого при фрезеровании.

В рукописи отсутствует упоминание о наличии комплекта фрез различных размеров, а также о способах их изготовления и заточки. Замечательной особенностью станка является то, что он целиком построен из

⁴ Значок добавлен в настоящем издании.

металла. Станки, полностью изготовленные из металла, получили распространение значительно позднее, в XIX в.

В описи станков и инструментов, находившихся в Кунсткамере в 1741 г., значится «Железная машина для нарезания зубьев у колес в автоматах; делана в 1724 г. Андреем Нартовым».⁵

В какой мере этот станок является конструкцией самого А. К. Нартова, сказать трудно, так как в своем доношении Петру I от 19 марта 1719 г. он упоминает, что видел в Лондоне «машину, что нарезывает легким способом зубцы у колес».⁶ Устройство, подобное станку Нартова, описано у Биона, с книгой которого Нартов мог быть знаком, она в Петербурге имелась. Заслугой Нартова здесь следует считать то, что он впервые применил новую конструкцию механизма к созданию станка для изготовления зубчатых колес любых машин, а не только часов.

Описание этого станка в рукописи А. К. Нартова в соединении с упомянутой выше описью позволяет утверждать, что зубофрезерный станок, экспонированный в настоящее время в Петровской галерее Государственного Эрмитажа, соответствующий данным чертежа и описания, соорудил именно А. К. Нартовым в 1724 г.

Заслуги Н. Биона и А. К. Нартова в создании зуборезных фрезерных станков до настоящего времени необоснованно замалчивались. Так, например, известный немецкий историк техники Фельдхауз без оснований приписывал изобретение этого станка немецкому машиностроителю Лейпольду.⁷ Если работы Нартова Фельдхаузу не были известны, то ему несомненно были известны ссылки самого Лейпольда на источник его описания и чертежа конструкции — немецкий перевод книги Биона.⁸ Лейпольд отмечал также, что подобная машина в Германии с успехом применялась аугсбургским часовщиком Виллебрандтом. Лейпольд рекомендовал машинку Биона для нарезания мелких часовых колес. Для нарезания крупных зубчатых колес, в том числе деревянных, Лейпольд предлагал изобретенную им и успешно применявшуюся, по его словам, машину, в которой режущим инструментом являлась не фреза, а ножовочное полотно или напильник, имевшие возвратно-поступательное движение в вертикальной плоскости.

На рис. 107 представлен чертеж машины Лейпольда, заимствованный из его труда,⁹ равно как и приводимое ниже описание.

Для машины мог быть использован токарный станок или сделана специальная станина с деревянными параллелями. На эти параллели устанавливалась железная рама с прорезью по всей ее длине. В прорези могло перемещаться в зависимости от величины нарезаемого колеса устройство, на котором были закреплены делительный диск, ось, служившая для установки нарезаемого колеса, делительная линейка с пружиной и фиксатором. Для установки ножовочного полотна или напильника использовалась деревянная рама токарного станка, которая укреплялась между параллелями станка. К бабке прикреплялись же-

⁵ Musei Imperialis Petropolitani, t. II, Pars prima qua continentur res artificiales. Typis Ac. Sc. Petr., 1741 (Instrumenta Tornaturae inservientia Aliaque Machinae in Laboratorio Petri Magni, Gloriosae memoriae, Reperiundae, № 6).

⁶ Русский биографический словарь, т. Нааке-Накенский—Николай Николаевич старший. СПб., 1914, стр. 70, Нартов Андрей Константинович.

⁷ F. M. F e l d h a u s. Die Technik der Vorzeit, der Geschichtlichen Zeit und der Naturvölker. Leipzig und Berlin, 1914, стр. 336, 1131.

⁸ Jacob L e u p o l d. Theatrum Machinarum Generale. Leipzig, 1724, тл. V, § 93, стр. 43. Издание этой книги субсидировалось Петром I.

⁹ Там же, § 94, стр. 43—44, табл. XV.

лезные кронштейны, снабженные направляющими, в которых мог перемещаться вверх и вниз плотно припасованный железный брусок. К бруску шурупами было привернуто ножовочное полотно или напильник. Весь этот узел, т. е. бабка, кронштейн, брусок и напильник, был размещен в прорези делительного диска, который не вращался. Для приведения в движение ножовочного полотна или напильника служил шнур, привязываемый к ушкам, имевшимся по концам бруска. Шнур двигался попеременно в одну и в другую сторону с помощью обычного на токарном станке педального устройства с очепом

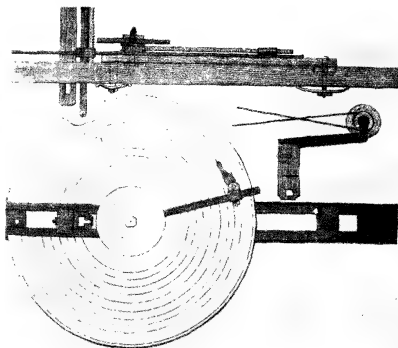


Рис. 107. Зуборезное устройство. 1724 г. По Я. Лейпольду.

или лучком. Для ускорения работы Лейпольд рекомендовал применять привод от колеса, вращаемого отдельным рабочим и передающего движение через отдельный блок, укрепленный на бабке токарного станка. Таким образом, станок, описанный Лейпольдом, не является фрезерным, что доказывает необоснованность приписывания Лейпольду авторства изобретения фрезерного станка.

На протяжении последующих ста лет конструкция зуборезных фрезерных станков не претерпела сколько-нибудь существенных изменений. Это с очевидностью подтверждает чертеж настольного станка для нарезания зубьев небольших колес, который был выполнен в 1840 г. на Ижевском оружейном заводе.¹⁰

Делительная шайба удерживалась от свободного вращения пружинным фиксатором, который мог быть перемещен в зависимости от числа нарезаемых на колесе зубьев по направляющей и закреплен на ней барашком. Устройство для нарезания зубьев (главное движение) состояло

¹⁰ Архив АИМ, ф. Чертежи Ижевского оружейного завода, 1840, г., оп. 3, д. 91, л. 1, «Чертеж делительной машины для нарезки на колесах зубцов».

из рукоятки, зубчатого колеса, находившегося в зацеплении с малым зубчатым колесом, и сидящей на одном валике с последним фрезы. Винт служил для осуществления вертикальной подачи. Механизм установки фрезы в горизонтальном направлении состоял из рукоятки, приводившей в движение ходовой винт, при вращении которого перемещалось по направляющей все устройство для нарезания. В нужном месте направляющей оно могло быть закреплено барашком. Благодаря наличию шарнира фреза могла совершать в вертикальной плоскости качания, необходимые для того, чтобы выбирать впадину между зубьями.

Рассмотренная конструкция убедительно показывает, что в области нарезания зубьев колес, в которой еще в начале XVIII в. были достигнуты значительные успехи, дальнейший прогресс совершался медленно. Настольный станок Ижорского завода 1840 г. мало чем отличался от таких же станков, работавших столетием ранее.

Рассмотрим еще несколько разработанных в первой половине XIX в. конструкций фрезерных станков для нарезания зубьев колес.

На рис. 108 представлен чертеж станка для нарезания зубьев, работавшего в 30-х годах XIX в. на Нижне-Иргинском заводе на Урале.¹¹

На станке имелся делительный диск 1 с пружинным фиксатором 2, соединенный неподвижно с делительным диском стержень 3, на котором шайбами и гайками крепилась заготовка. Мощная цилиндрическая направляющая 4 служила опорой для узла фрезы, который мог перемещаться при вращении ходового винта 5. Привод фрезы был механизирован. Крутящий момент воспринимался трехступенчатым шкивом 6, на одном валике с которым сидела фреза 7. Любопытной особенностью станка является люнет 8, поддерживавший обрабатываемый край заготовки для предотвращения прогиба и вибраций. Наличие люнета свидетельствует о нарезании на станке колес большого диаметра. Люнет мог быть в зависимости от размеров заготовки перемещен по направляющей 4, а опорная его часть поднята или опущена.

Сохранился эскиз станка для нарезания зубьев колес, относящийся к концу первой четверти XIX в.¹²

Делительный диск с пружинным фиксатором и установленной для обработки заготовки, так же как и в ранее описанной конструкции, мог перемещаться по двум направляющим при вращении ходового винта, проходившего сквозь гайку. Это производилось при установочных перемещениях. Фреза приводилась в движение от приемного рабочего шкива, рядом имелся холостой шкив. Изменение положения фрезы в вертикальной плоскости, нужное для прорезания впадины по всей ширине заготовки колеса, достигалось с помощью нажатия на рукоятку рычажного механизма. Изменения положения фрезы в горизонтальной плоскости, необходимые для выборки впадины на полную глубину, достигались при вращении специальной рукоятки.

Как видно из рассмотренных конструкций зуборезных станков конца первой трети XIX в., оформление отдельных узлов этих станков отражало рост технического умения русских машиностроителей за столетие, протекавшее со времени изготовления станка Нартова. В первую очередь следует отметить использование пары ходовой винт—маточная гайка, которая вошла к тому времени в конструкции всех зуборезных станков.

¹¹ ЦГИАЛ, ф. 37, оп. 63, д. 109, л. 13, «План и фасад Иргинского г. Кнауфа завода зуборезной машины».

¹² ЦГИАЛ, ф. 1424, оп. 4, д. 787, л. 1.

Однако принципиальных изменений в основной идее станка за столетие не произошло. То же самое можно сказать об иностранных конструкциях.

В 30-х годах XIX в. в русской печати появились описания двух усовершенствованных станков для нарезания зубьев. Из этих описаний можно более подробно выяснить характер улучшений, внесенных в соответствии с достижениями машиностроения в конструкции, предлагавшиеся еще Бионом и осуществленные Нартовым в первой четверти XVIII в.

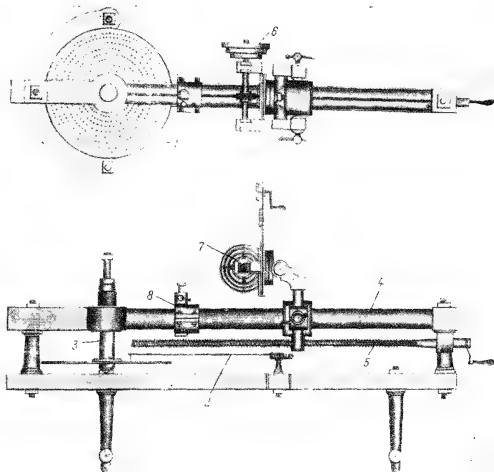


Рис. 108. Зуборезный станок Нижне-Иргинского завода. 30-е годы XIX в. Заводской чертеж.

Усовершенствования, внесенные в конструкцию станка на Александровской мануфактуре в Петербурге,¹³ позволили повысить его производительность; вместе с тем была создана возможность обработки зубчатых колес любых размеров (вернее, до диаметра 2 м, что полностью удовлетворяло потребности) и с любым числом зубьев, какое могло быть нужным в то время. Чертежи машины, приложенные к ее описанию в «Горном журнале», представлены на рис. 109.

Машина была рассчитана на приведение ее в движение «силою общего движителя (паров), посредством привода, состоящего в передаче вра-

¹³ Х а т у н ц о в. Краткое изъяснение действия зуборезной машины, находящейся на императорской Александровской мануфактуре. Горный журн., 1838, ч. III, кн. IX, стр. 468—479.

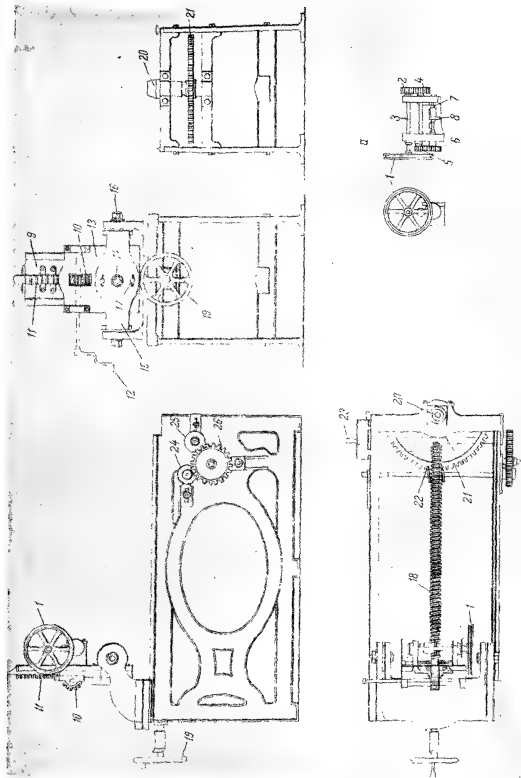


Рис. 109. Зуборезный станок Александровской мануфактуры в Петербурге. 1838 г. По Хатунцову.

щательного движения шкиву. . .». В ее конструкции ясно обозначены три узла: станина, механизм приведения в движение фрезы и механизм для поворотов нарезаемого зубчатого колеса. Массивная станина была собрана из крупных чугунных отливок на болтах. Сверху она имела направляющие, одну плоскую, другую V-образную, по которым могли перемещаться салазки с установленной на них фрезерной головкой.

Механизм для приведения в движение фрезы (показан отдельно на рис. 109 справа и обозначен *а*) состоял из приемного желобчатого шкива 1, рассчитанного на канатную передачу, и находившегося на одном валу с ним зубчатого колеса 2, передававшего движение параллельному валу 3 через зубчатое колесо 4. Сидевшее на валике 3 зубчатое колесо 5, находившееся в зацеплении с колесом 6, приводило в движение оправку 7 с укрепленной на ней фрезой 8. Весь этот механизм составлял компактную группу, собранную и закрепленную на стальной пластине 9 прямоугольной формы. Пластина имела довольно значительную длину. Механизм вертикальной подачи фрезы состоял из шестерни 10 и рейки 11. Для осуществления вертикальной подачи служила рукоятка 12. Рейка была укреплена на той пластине, которая поддерживала механизм, приводивший в движение фрезу, а шестерня — на отдельной пластине 13, прикрепленной болтом 14 к пластине 15. Последняя сужалась к краям и оканчивалась осями 16, на которых все устройство могло качаться в пределах угла около 90°.

При нарезании косозубых колес возникала потребность в установке фрезы под углом. Для этого требовалось ослабить болт 14, повернуть пластину 13 относительно пластины 15 на заданный угол и снова затянуть болт 14. Положение пластин относительно друг друга фиксировалось также пальцами 17, которые могли перемещаться в прорезях. Форма пальцев 17 имела очертания дуг, описанных радиусом от центра болта 14. Для перемещения фрезерной головки вдоль станины по направляющим имелся ходовой винт 18, а в салазках была укрепена маточная гайка. Винт вращался с помощью рукоятки-маховичка 19.

Предназначенная для нарезания зубьев заготовка надевалась на стержень, который вставлялся в полый вал 20 и закреплялся снизу гайкой. На вал 20 было надето червячное колесо 21, получавшее движение от червяка вала 22. Последний приводился в движение рукояткой 23 через сменные шестерни 25 и 24, между которыми было расположено промежуточное зубчатое колесо 26. Для подбора сменных зубчатых колес имелась таблица, приведенная ниже без изменений, только с пропуском строк, относящихся к числу зубьев от 13 до 300.

Если предположить, что все сменные шестерни, упомянутые в этой таблице, действительно имелись при станке, то окажется, что шестерен 24 было 55, а шестерен 25 — 9 штук. Наличие 64 сменных шестерен маловероятно, и можно предполагать, что в действительности при станке находилось значительно меньшее количество, обеспечивавшее нарезание зубчатых колес с наиболее ходовым числом зубьев.

На Александровской мануфактуре в 30-х годах XIX в. фрезерование получило большое распространение. Вследствие этого потребовалась разработка и постройка специального станка для нарезания зубьев фрез.¹⁴ Часть чертежей нового станка, приложенных к описанию, сделанному Хатунцовым, приведена на рис. 110.

¹⁴ Хатунцов. Краткие замечания о приготовлении зуборезных резцов и изъяснение действия употребляемого при этом производстве станка. Горный журн., 1838, ч. III, кн. IX, стр. 480—487.

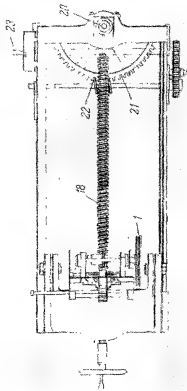
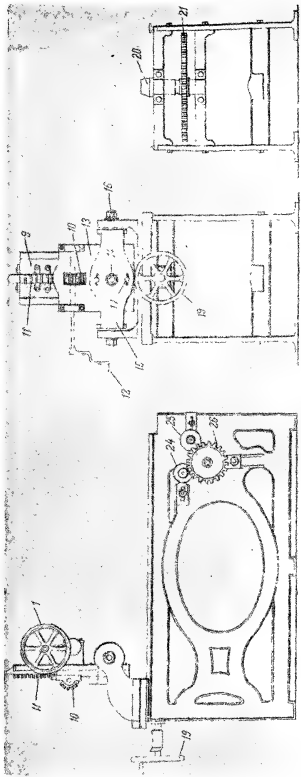


Рис. 109. Зуборезный станок Александровской мануфактуры в Петербурге. 1838 г. По Хатунову.

Таблица зуборезной машины, показывающая соответствующие данному для нарезки числу зубьев шестерню, зубчатое колесо и число оборотов рукоятки

Данное для нарезки число зубцов	Число зубцов на шестерне 24, помещаемой на оси винта L	Число зубцов на колесе 25, утверждаемой на оси M	Число оборотов рукоятки 23 N
10	20	120	2
11	44	120	4
12	24	120	2
13	39	120	3
...	...	...	...
300	75	30	1
304	38	80	1/2
305	61	24	1
306	51	20	1

Станок был предназначен для нарезания зубьев на заготовках фрез, прошедших токарную обработку. Относительно формы заготовок Хатунцов сообщает следующее:

«Откованные резцы obtачиваются прежде всего на обыкновенном токарном станке, где придают им такой вид, какой требует их употребления, т. е. внешняя окружность их, ограниченная с боков небольшими плоскими желобками, округляется дугою радиуса половины толщины резца при внешней окружности».

Таким образом, заготовки, выкованные «из лучшей литой стали» и прошедшие токарную обработку, весьма близки к современным нам. Габариты станка невелики, устанавливался он на прочном деревянном верстаке. Схема станка принципиально не отличается от схем XVIII в., однако конструктивное оформление соответствовало уже другой эпохе (XIX в.). Станок имел устройство для закрепления и поворота обрабатываемой детали, станину, а также характерный узел — опускающуюся на заготовку фрезу. Последняя была объединена рамой с механизмом, приводившим ее в движение, и весь узел в целом мог совершать качания относительно горизонтальной оси.

На оси A устанавливалась и закреплялась гайками заготовка. Ось A, заключенную в медные подшипники, поддерживал кронштейн C, закрепленный на станине болтом. Благодаря вертикальной прорези в станине кронштейн мог быть установлен выше или ниже. На оси A был установлен делительный диск O, скрепленный с нею неподвижно, а на кронштейне C укреплен индикатор — плоская пружина P, имевшая фиксатор, входивший в нужную лунку на делительном диске.

Узел, включающий фрезу и механизм для приведения ее в движение, имел следующее устройство. При вращении рукоятки B (которая в действительности являлась коленчатой и на чертеже изображена неправильно) вращался валик и сидевшее на нем большое зубчатое колесо L. Это колесо находилось в зацеплении с малым зубчатым колесом M, заставлявшим быстро вращаться сидевшую с ним на одном валике фрезу D. Последняя имела вид усеченного конуса с нанесенными на поверхности продольными канавками, образующими зубья. Фреза D была предназначена для прорезания зубьев лишь на одной стороне заготовки. Поэтому сначала

зубья нарезались только на половину толщины заготовки. После этого заготовку переворачивали и прорезали зубья насквозь.

Принципы конструирования станков для фрезерования зубьев колес в том виде, как они сложились к середине XIX в., были зафиксированы в упоминавшейся выше обобщающей статье Нэсмита. На рис. 111 показана заимствованная из этой статьи схема несамостоятельного суппорта и делительного устройства на зубофрезерном станке. Схема Нэсмита отличается от современных нам, ввиду чего следует сделать о ней несколько кратких замечаний.

Заготовка была неподвижно закреплена между центрами станка на оправке. На той же оправке посажен делительный диск с фикса-

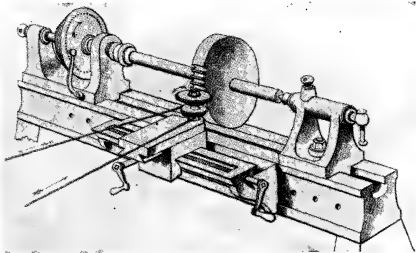


Рис. 111. Принципиальная схема зуборезно-фрезерного станка. 1841 г. По Нэсмиту.

тором, укрепленным на станине. Оправка поворачивалась на требуемый угол вручную, нарезание осуществлялось фрезой, приводимой в движение механически. Перемещение фрезы в направлении, перпендикулярном оси вращения заготовки, и подача фрезы осуществлялись вращением рукояток суппорта.

К 1846 г. относится интересный документ, составленный талантливым механиком Петербургского арсенала Монье, — «Описание действия делительной машины».¹⁵ Это описание фрезерного станка для нарезания зубьев, чертежи которого не сохранились. Однако из текста нетрудно понять, что станок был основан на тех же принципах, что и рассмотренные выше. Материал записки Монье помогает воссоздать процесс нарезания зубьев, позволяет лучше понять действительно имевший место ход работы, что полезно при анализе конструкций станков данного типа. Как сообщает Монье, после установки и закрепления заготовки цилиндрического зубчатого колеса на столе станка фиксатор устанавливался на одном из делений той окружности делительного диска, которая соответствовала требуемому числу зубьев. Затем стол подвигался к фрезе, установочное перемещение которой осуществлялось с помощью винтовой пары. После этого приемный шкив, сидевший на оправке фрезы, соединялся с трансмиссионным валом. Процесс работы станка Монье описывал

¹⁵ Архив АИМ, ф. Арсенальный (1 стол), 1845—1849 гг., оп. 18/1, № 268, л. 25—25 об.

так: «Резец, имеющий размеры узкого расстояния промежутка зубьев, первоначально вырезывает промежуток между зубьями по направлению радиуса матки соответственно меньшему расстоянию промежутка; но чтобы дать оному вид сектора с отрезанною вершиною угла, то остальные части, т. е. бока зуба, срезаются поворачиванием делительного круга то влево, то опять вправо до требуемого предела. И таким способом когда делительный круг совершит свой оборот, матка получит нужную нарезку зубьев».

Станок служил для нарезания всех видов колес. «Разного рода зубчатые колеса конические и прямые нарезаются подобным же образом особо для сего по надобности изготовленными резцами. При зубчатых колесах прямых, кои действуют бесконечным винтом (червячных колесах, — *Ф. 3.*), хотя те же приемы, но наклонение зуба, соответствующее наклонению винта, дается наклонением резца по оси вправо или влево посредством бесконечного винта (червяка на станке, — *Ф. 3.*»). Таким образом, уровень механизации работы на станке был довольно низким и значительная часть процесса нарезания зубьев требовала применения ручного труда.

На рис. 112 представлен незаконченный эскиз станка для фрезерования зубчатых колес, сконструированного Черепановыми и работавшего в Выйском механическом заведении.¹⁶ Необходимо подчеркнуть, что этот станок был приспособлен для изготовления конических зубчатых колес. Несмотря на то что чертеж не закончен, он дает достаточную возможность ознакомиться с этим станком Черепановых, являющимся оригинальным по своей конструкции.

Наличие трех ходовых винтов позволяло перемещать фрезу в трех взаимно-перпендикулярных плоскостях. Станок был полностью механизированным, приводимым в движение от трансмиссии, и уже по одному этому его конструкция являлась прогрессивной. Делительный диск, просуществовавший к тому времени около трех столетий, впервые на станке для фрезерования зубьев был Черепановыми заменен зубчатым колесом.

Обратимся к рассмотрению конструкции станка. Движение воспринималось шкивом 1, на одном валу с которым сидело зубчатое колесо 2. Механизм главного движения на чертеже не показан, но нетрудно догадаться, что с зубчатым колесом 2 находилось в зацеплении другое зубчатое колесо меньшего диаметра, на одном валу с которым сидела фреза. Система стоек, на которых была размещена фреза, могла перемещаться в трех взаимно-перпендикулярных плоскостях, что обеспечивало возможность обработки на станке полностью всего профиля зуба. Ходовой винт 3 обеспечивал подачу фрезы для выборки впадин по глубине, ходовой винт 4 — по длине зуба, ходовой винт 5 обеспечивал снятие металла для получения впадины заданной ширины. Заготовка зубчатого колеса 6 укреплялась на круглой стойке 7 с помощью шайбы и винта. Круглая стойка 7 была неподвижно скреплена с зубчатым колесом 8. На чертеже не показан штырь или какая-либо защелка, которая фиксировала требуемое положение зубчатого колеса.

При станке имелась таблица, в которой было указано, что при повороте колеса 8 на определенное число зубьев будет нарезаться колесо с соответствующим числом зубьев. Таких вариантов могло быть очень много, так как число зубьев колеса 8 было велико (более 120). Таким

¹⁶ НГФ ГИАСО, ф. 47, Альбом Выйского механического заведения.

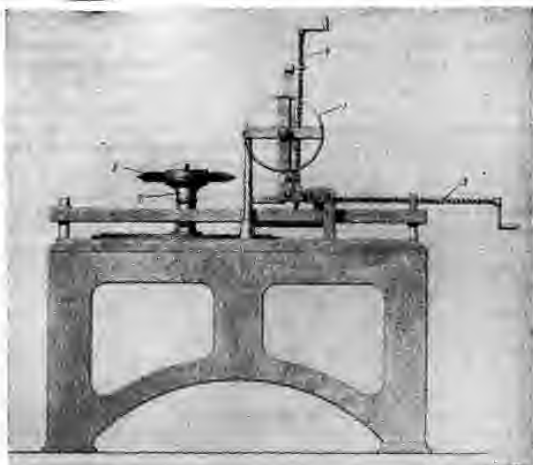


Рис. 112. Зуборезный станок Черепановых. 1-я полов. XIX в. Альбом Выйского механического заведения.

образом, достаточно было найти в таблице число зубьев, которое должно быть нарезано на заготовке, и соответствующее число зубьев разметочного колеса 8, чтобы при повороте колеса 8 на это табличное число зубьев была повернута и заготовка на определенный угол. После этого, вращая ходовые винты 3, 4, 5, можно было подвести фрезу к заготовке и получить профиль двух соседних зубьев. Затем, повернув колесо 8 опять на то же число зубьев, можно было нарезать следующую впадину на заготовке зубчатого колеса, и т. д.

В результате рассмотрения чертежа станка для фрезерования зубьев, сконструированного Черепановыми, необходимо сделать тот вывод, что он имел рациональную конструкцию, а делительный механизм был вполне оригинальным и значительно более удобным, чем делительная шайба, ставшая уже ко времени деятельности Черепановых традиционной.

Станки для фрезерования поверхностей

Наиболее ранним применением фрезерования для обработки плоскостей явилась установка для фрезерования плоскости крупной детали астрономического прибора, осуществленная в Китае в 1668 г.¹⁷ Обрабатываемая деталь была установлена и закреплена на каменном фундаменте. Две фрезы (или два ее сектора) были прикреплены к балке, имевшей возможность вращаться вокруг центра, совпадавшего с центром обрабатываемой детали. Глубина резания регулировалась укладкой тяжестей на режущий инструмент. Вся установка приводилась в движении мулом.

Таким образом, идея применения фрез для обработки плоскостей возникла достаточно давно. Однако лишь в начале XIX в. требования производства вызвали к жизни первые конструкции станков, имевших промышленное значение.

Ко второй четверти XVIII в. относится описанный А. К. Нартовым в рукописи «Театрум Махинарум» станок для фрезерования сфероидальных углублений на художественных изделиях из кости. Таким образом, промышленному применению фрезерования поверхностей предшествовало его использование вне сферы основного общественного производства. Вспомним, что так же обстояло дело и с использованием сложных токарных станков.

На рис. 113 представлен чертеж станка для фрезерования грибообразной фрезой внутри костяных бокалов впадин, имевших вид следа от вдавленного шара.¹⁸ При черчении перспектива в изображении деталей была плохо соблюдена, особенно неправильно вычерчены зубчатые колеса. Этим данный чертеж невыгодно отличается от других чертежей, представленных в труде А. К. Нартова.

При вращении рукояткой махового колеса *K* вращалось находившееся на одном валу с ним зубчатое колесо *L*, бывшее в зацеплении с зубчатым колесом *G*, посаженным на шпиндель *C*. Последний имел профиль переменного сечения, придававший ему вид балясины, что было сделано с целью украшения. Шпиндель *C* опирался по концам на подшипники, установленные в стойках *B*. За стойкой *B* справа от шпинделя *C* находился валик *D*, служивший его продолжением. На конце валика *D* было

¹⁷ F. M. Feldhaus. Von Werkzeugen und Werkzeugmaschinen. . . , стр. 31, 160, 163.

¹⁸ А. К. Нартов. *Театрум Махинарум*. Рукопись. Государственная Публичная библиотека им. М. Е. Салтыкова-Щедрина, Отдел рукописей, ф. Эрмитажный, № 160, гл. 18.

посажено коническое зубчатое колесо, находившееся в зацеплении с коническим зубчатым колесом *F*, сидевшим на вертикальном валике, укрепленном на кронштейне *E*. Вместе с коническим зубчатым колесом на вертикальном валике (на его торце) была укреплена грибовидная фреза, обрабатывавшая бокал 1.

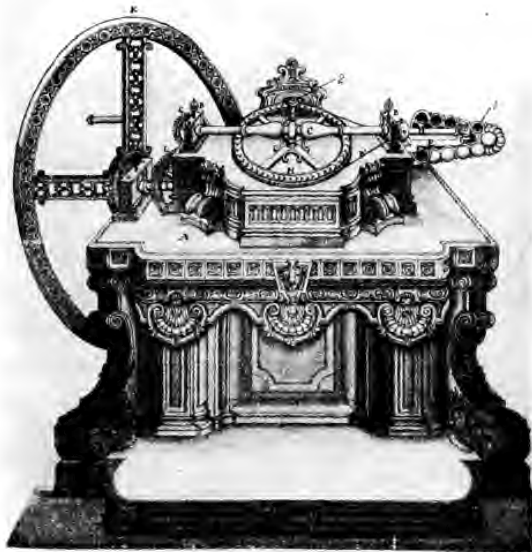


Рис. 113. Станок для фрезерования грибовидной фрезой. Рукопись «Театрум Махинарум» А. К. Нартова.

На станке имелось еще одно устройство, которое должно было служить для перемещения заготовки или валика *D*. Оно состояло из горизонтального шкива *M*, приводившегося в движение рукояткой *2* и связанного шнуром с меньшим шкивом, лежавшим за стойкой *B*. Ни на чертеже, ни в описании нет никаких указаний, которые помогли бы выявить остальные части устройства.

Рассмотренный станок является первым фрезерным станком, не предназначенным для нарезания зубьев колес. Лишь более 70 лет спустя американец Элай Уитни (Eli Whitney) применял фрезерование, не связан-

ное с нарезанием зубьев, для производственных нужд. Но это уже не могло быть новинкой. Предыдущие поколения механиков разработали принцип фрезерования. Заслуга Уитни состояла в том, что он первым внедрил их в производство, что было аналогично достижениям Модсли в области конструирования токарных станков.

Одним из первых фрезерных станков, предназначенных для обработки плоскостей, выборки канавок и тому подобных работ, в которых фрезерование заменяло точение, строгание и другие виды обработки металла, был станок И. Уитни, построенный им около 1818 г. и эксплуатировавшийся на его оружейном заводе в Уитнивилле близ Нью-Хевена в США. Этот станок в настоящее время находится в качестве музейного экспоната в Мезонской механической лаборатории Иельского университета. Его фотография представлена на рис. 114. Американский историк станкостроения проф. Роу знакомился с этим станком и его историей и опубликовал описание станка.¹⁹

Станина станка представляла собой массивный деревянный брус, опирающийся на железные ножки. Стальной шпиндель диаметром около 2½ дюймов (62 мм) поддерживался двумя металлическими подшипниками. Между последними на шпинделе сидел деревянный двухступенчатый шкив, который приводился в движение с помощью ремня.

Снизу к брусу станины болтами был прикреплен поперечный деревянный брус, служивший опорой железного кронштейна, поддерживавшего валик механизма подачи. На этом валике находился деревянный шкив, приводивший его в движение, и бронзовый червяк. Шкив валика подачи соединялся ремнем со шкивом на шпинделе. Червячный вал находился в зацеплении с зубчатым колесом, насаженным на винт, осуществлявший механическую подачу стола станка. Если механическая подача не требовалась, то ремень со шкива сбрасывался и винт подачи стола вращался вручную, с помощью рукоятки, имеющейся на червячном колесе.

Описанный станок находился в эксплуатации, видимо, довольно долго, так как был удален, как устаревший, лишь внуками Уитни. Заметим, что станок имеет какой-то особо кустарный, грубый внешний вид и деревянные части, от которых в Англии и России на металлорежущих станках оружейных заводов к тому времени уже отказались. Однако с точки зрения конструкторской идеи, станок был достаточно совершенным, так как имел механизированный суппорт, действовавший с помощью винта и гайки, т. е. имел устройства, применяемые для этих целей и в наши дни.

И. Х. Гамелем описан специальный фрезерный «станок для обрезывания казенного конца ствола» ружья,²⁰ который изображен на рис. 115.

¹⁹ J. W. Roe. History of the First Milling Machine. Am. Machinist, vol. XXXVI, 1912, стр. 1037—1038.

²⁰ И. Гамель. Описание Тульского оружейного завода. . . М., 1826, стр. 161—162, табл. IX.

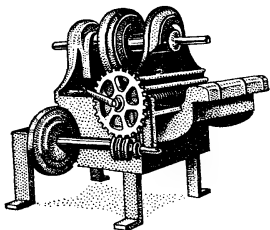


Рис. 114. Фрезерный станок И. Уитни. 1818 г. Фотография с натуры.

По внешнему виду этот станок выглядит намного лучше, чем станок Уитни. Он имел литую станину, удачно оформленные направляющие и даже устройство для охлаждения.

Ствол ружья зажимался в двух «лисичках» (отдельно показаны сверху на рис. 115), соединенных стержнем с зубчатой рейкой. С помощью ру-

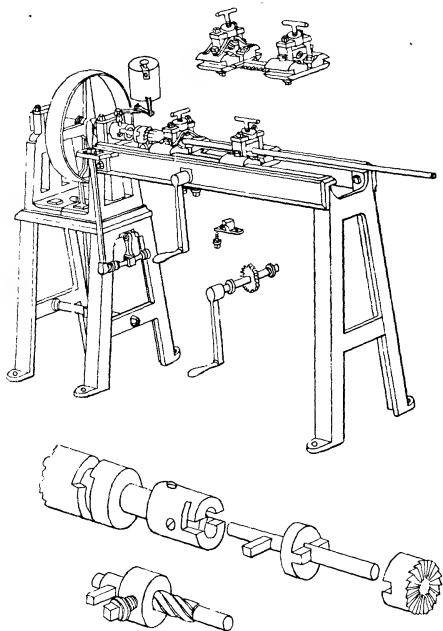


Рис. 115. Специализированный фрезерный станок Тульского оружейного завода. 1826 г. По И. Х. Гамелю.

коятки, посаженной на одном валу с зубчатым колесом, ствол вместе с установочно-зажимным приспособлением подавался к торцевой фрезе, которую Гамель называл точкой. Фреза укреплялась на шпинделе станка с помощью оригинального устройства типа байонетного замка. Это устройство позволяло с помощью рукоятки включать и выключать фрезу.

Еще ближе к современным конструкциям фрезерный станок, построенный в 1835 г. американской фирмой «Гей, Сильвер и К^о» (Gay, Silver and Co), эксплуатировавшийся на заводе Бэкстера Уитни еще в 1908 г.²¹

Станок был установлен на большой деревянной колоде (вроде тех, что теперь используются для рубки мяса). Главное движение получалось от шкива с плоскоременной передачей. На одном валу со шкивом сидело небольшое зубчатое колесо, которое находилось в зацеплении с другим

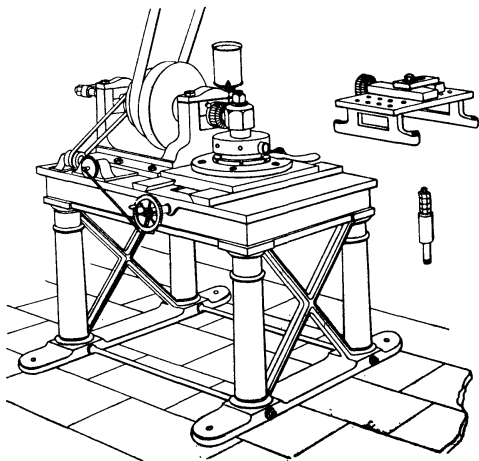


Рис. 116. Фрезерный станок, специализированный на обработке граблей гаяк, фирмы Нэсмит и Гейскек. 1840 г. По Дж. Ренни.

колесом, имевшим примерно равное число зубьев. Последнее было посажено на оправку. На этой же оправке сидела и фреза, предназначенная для обработки плоскостей. Движение перемещения стола осуществлялось аналогично описанному на станке И. Уитни.

На столе станка находилось приспособление для установки и закрепления обрабатываемых деталей — планок. По-видимому, это приспособление, хотя и выполнившее весьма примитивно, более позднего происхождения, чем сам станок. Натяжной ролик ремennого привода, видный на фотографии, также, вероятно, появился в результате модернизации станка.

Узлом станка Гея, принципиально отличным от станка Уитни, является вновь появившееся устройство для вертикального установочного

²¹ E. A. Dixie. Some More Antique Machine Tools. Am. Machinist, vol. 31, 1908, стр. 11, 558—559.

перемещения фрезы. Оно в дальнейшем было заменено более удобным и надежным устройством для подъема стола.

Исключительный интерес представляет горизонтально-фрезерный станок фирмы Нэсмит и Гейскея в Манчестере, чертежи которого представлены в атласе Дж. Ренни (табл. 39). Станок был специализирован для фрезерования граней гаек, т. е. для массового производства. Это один из первых станков, специализированных для массового изготовления деталей машин невоенного характера.

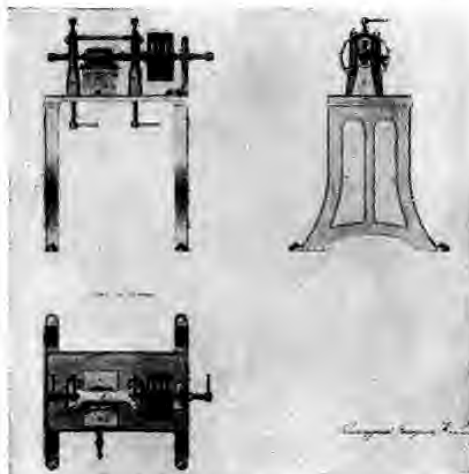


Рис. 117. Горизонтально-фрезерный станок Ижевского завода. 1862 г. Заводской чертеж.

Устройство станка весьма просто, отчетливо видно на рис. 116 и специального описания не требует, ввиду чего можно ограничиться лишь несколькими краткими замечаниями. В данном случае отсутствует необходимость в точном соответствии между главным движением и движением подачи. Поэтому движение подачи обеспечено простым способом — гибкой связью и храповым механизмом. Поражает целесообразность и современный нам вид поворотного приспособления для установки и закрепления обрабатываемой детали. Аналогичное устройство широко применяется и наши дни. В этом установочно-зажимном приспособлении предусмотрена даже возможность обдиривания нескольких мелких гаек на одной оправке с тем, чтобы обрабатывать их все вместе. Это вполне

соответствует современным нам методам конструирования приспособлений металлорежущих станков.

Чертеж в верхнем правом углу рис. 116 показывает, что этот станок по замыслу конструкторов мог быть использован не только как специализированный, но и как обычный горизонтально-фрезерный.

Фрезерный станок фирмы Линкольн, построенный в 1855 г.,²² уже не имеет экзотических элементов вроде деревянной колоды, которая заменена литой станиной. Однако движение стола здесь, так же как и в предыдущих фрезерных станках, получалось через ременную передачу и червячный механизм. Станок дополнен ходовым винтом с маховичком, предназначенным для перемещения стола вдоль станины вручную. Установочное перемещение фрезы по вертикали осуществляется с помощью перемещения подшипников оправки.

Чтобы закончить обзор состояния фрезерных станков к середине XIX в., приведем еще один чертеж станка, который хотя и применялся на оружейном заводе, но не являлся специализированным, так что мог служить в любой отрасли производства. На рис. 117 показан чертеж горизонтально-фрезерного станка Ижевского оружейного завода, снятый с натуры в 1862 г.²³ Станок был предназначен для обработки набором фрез, собранных на одной оправке. Устройство станка настолько просто, что не требует специальных пояснений. Этот станок, совсем не имевший в своей конструкции каких-либо следов младенческого периода станкостроения, был устроен просто и целесообразно.

Сохранился чертеж другого горизонтально-фрезерного станка, который работал набором фасонных фрез, но в конструктивном отношении от описанного выше почти не отличался.²⁴

Рассмотрение конструкций фрезерных станков позволяет сделать вывод, что к середине XIX в. эти конструкции приобрели те формы, которые в дальнейшем подвергались лишь отдельным усовершенствованиям, основные же принципы конструкций уже не менялись.

2. СТРОГАЛЬНЫЕ СТАНКИ

Как известно, резание древесины на станках вследствие особенностей ее строения может производиться только при скоростях, значительно превышающих скорости резания металлов. Строгание осуществляется при возвратно-поступательном движении больших масс, ввиду чего достижение скоростей строгания, достаточных для успешной обработки древесины, вряд ли возможно даже при современном нам уровне техники. Поэтому, в отличие от токарных станков, на которых обработка древесины предшествовала резанию металлов, первые строгальные станки предназначались для резания кости и металлов. Их историю все истории техники начинали обычно с изобретения Фоком в середине XVIII в. станка, описанного в трудах Французской Академии наук, имевшего уже все характерные черты строгальных станков.

²² E. A. Dixie. The Phoenix Iron Works of Hartford. Am. Machinist, vol. 32, 1909, стр. 1, 1010—1011.

²³ Архив АИМ, ф. Чертежи Ижевского оружейного завода, 1862 г., оп. 3, д. 212, л. 1, «Чертеж станку для шарошения замочной доски шарошками».

²⁴ Архив АИМ, ф. Чертежи Ижевского оружейного завода, 1862 г., оп. 3, д. 213, л. 2, «Чертеж станку для шарошения шарошками казенной части у стволов».

Между тем первым описанным в литературе (Ш. Плюме) станком, у которого имелось поступательное движение резца, укрепленного в суппорте, движущемся по направляющим, был станок для нарезания фасонных канавок, служивших украшением черенков столовых «английских» ножей (рис. 118). Заготовка черенка из кости изготовлялась на обычном токарном станке, а станок, описываемый Плюме,²⁵ служил лишь для нанесения орнамента. Черенки украшались «алмазной гранью» и назывались английскими. На основании такого их наименования, Плюме предполагал, что описываемая им машина для изготовления черенков была изобретена английскими ремесленниками, но одновременно сообщал, что ему ее показал искусный механик в Париже аббат Форсе (Forcet).

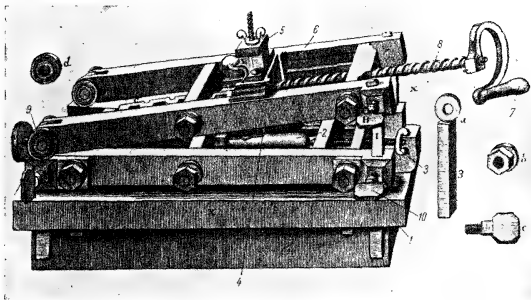


Рис. 118. Устройство для строгания костяных черенков ножей. Конец XVII в. По Плюме.

Плюме так описывал станок:

«Фигура сего листа показывает в перспективе всю машину, сочиненную к действию в готовности, и показано, како длинным винтом движит по лотку и сочиняет линию по черену с углами...».²⁶

Существенным является то, что во французском тексте описания машины употреблен еще термин «gabot» (струг). Термин «machine à gaboter» (строгальный станок) появляется позже, при описании машины Фока (см. ниже).

Устройство было установлено на прочном столе 1. Заготовка черенка 2 закреплялась в центрах и зажималась с помощью винта 3. Резец 4 был закреплен в суппорте 5, который мог перемещаться в направляющих 6 при вращении рукоятки 7 ходового винта 8 (в суппорте была укрепена маточная гайка). Направляющие 6 шарниром 9 были скреплены с нижней рамой и поэтому могли быть установлены под заданным углом к ней. Величина угла зависела от формы заготовки черенка и регулировалась

²⁵ Ch. Plu mier. L'Art de tourner en perfection. Lion, 1701, стр. 150.

²⁶ Художество токарное в совершенстве, чрез законника Плюмьера. Рукопись. Библиотека АН СССР, Кабинет Петра I, 1716 г., л. 154.

закреплением барашков 10 на стойке. Таким образом, здесь было применено весьма совершенное устройство: суппорт, приводимый в движение по направляющим с помощью винтовой пары. Такое устройство суппорта строгального станка в принципе сохраняется до наших дней. Однако характерного для продольно-строгального станка возвратно-поступательного движения стола с укрепленной на нем обрабатываемой деталью здесь еще не было. Подвижным в станке, описанном Плюмье, являлся сам резец, который в современных нам продольно-строгальных станках осуществляет лишь движение подачи.

В данном описании опущено устройство копиров, заставлявших обрабатываемую деталь так перемещаться, что резец мог нанести не только прямую, но и ломаную линию, поскольку подобные устройства в дальнейшей истории строгального станка роли не играли.

Известная рукопись А. К. Нартова «Театрум Махинарум» содержит описание трех строгальных станков, которые также предшествуют по времени изобретению Фока.

На рис. 119 представлен чертеж станка для строгания канавок на цилиндрических и конусообразных (с небольшой конусностью) костаных заготовках.

Между стойками *ВВ* была размещена горизонтальная рама *D*, по которой могли перемещаться копировальный суппорт 1 и резцовый суппорт 2, связанные между собой брусом *E*. Копировальный суппорт 1 нес копировальный палец *H* с колесиком на конце, резцовый суппорт 2 — резец 3. Оба суппорта могли передвигаться вдоль направляющих рамы *D* с помощью ходового винта *N*, неподвижно закрепленного на резцовом суппорте 2 и перемещавшегося в гайке 4 при вращении рукоятки *O*. Суппорты 1 и 2 были установлены на направляющих рамы *D* с зазором, так что отклонение от прямого пути копировального пальца *H*, вызываемое профилем копира, передавалось резцу 3. Пазы в стойках *ВВ* позволяли устанавливать раму *D* под углом к горизонту в зависимости от конусности заготовки. Это облегчалось наличием шарнира 5 между корпусом рамы *D* и ее хвостовиком, входившим в паз стойки *B* и закреплявшимся винтом. Для того чтобы уменьшить давление всего устройства на копировальный палец *H* (что содействовало плавности его перемещения по копиру) и резец 3 (резалась кость, и большое давление уменьшало чистоту обработанной поверхности), вся конструкция уравнивалась свинцовым грузом 6, закрепленным шнурком *G* за раму *D*. Шнурок *G* был переброшен через два блока стойки *C* и еще один блок, укреплявшийся на станине (на чертеже заслонен другими деталями).

Набор копиров, имевших вид стальных фигурных пластин, был смонтирован между двумя дисками так, что получался как бы барабан 7 (виден в левой части чертежа). Этот барабан мог вращаться независимо от других частей устройства и подводил к копировальному пальцу *H* пластину, дававшую на заготовке узор, намеченный изготовителем.

Внизу стойки *C* в подшипнике укреплялся короткий вал *I*, причем по одну сторону стойки располагалось сидевшее на нем колесо *L*, а по другую сторону стойки к нему крепился один конец обрабатываемой заготовки *K*; другой конец заготовки *K* зажимался воротковым винтом 8, проходившим сквозь стойку *B*. Колесо *L*, вращавшееся вместе с валом *I* и заготовкой *K*, было предназначено для того, чтобы создавать винтообразные узоры, наносимые резцом 3 на заготовке *K*. Для этого в окна квадратного сечения, расположенные по ободу колеса *L*, вставлялся стержень с грузом на конце (на чертеже не виден). Вставив стержень

в окно, расположенное выше других, заставляли колесо *L* медленно вращаться под действием груза. Когда стержень с грузом приближался к станине настолько, что далее он не мог свободно и плавно опускаться, его вынимали из окна и вставляли в другое, расположенное выше, где груз снова заставлял колесо *L* медленно вращаться. Таким образом, устройство для механизации подачи, которое было описано акад. И. Ф. Германом в начале XIX в., было известно много ранее.

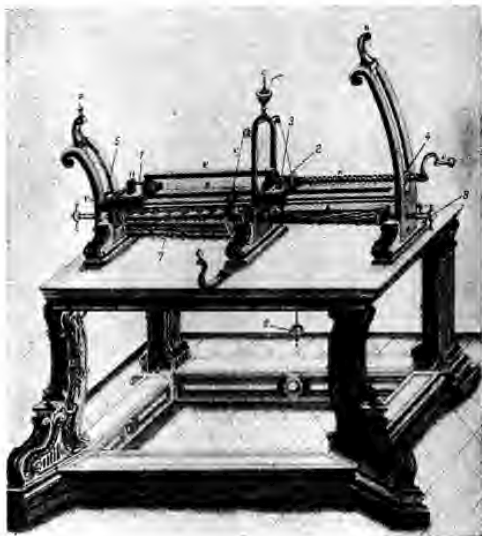


Рис. 119. Станок для строгания костяных колонок (украшений). Рукopись «Театрум Махинарум» А. К. Нартона.

Как видно из описания станка, конструкция А. К. Нартона была значительно сложнее, совершеннее и универсальнее устройства для нанесения узоров на черенках «английских» ножей, описанного в книге Плюмье. В собрании Эрмитажа сохранился станок, почти не отличающийся от описанного, у которого отсутствуют некоторые детали.

В 1719 г. французский ученый де-ла Гир предложил строгальный станок с вертикально движущимся столом.²⁷ Его конструкция представ-

²⁷ De la Hire. Machine pour faire sur le tour toutes sortes de polygones. Histoire de L'Academie Royale des sciences. Année MDCCXIX. Paris, MDCCXXI.

ляла собой как бы модификацию токарного станка. Сам де ла Гир свой станок считал токарным, снабженным лишь дополнительным приспособлением для некоторых операций, не выполнимых на обычном токарном станке. Основным назначением станка, по мнению де ла Гира, было изготовление изделий, имеющих вид многоугольника. Он отмечал, что грани «линейки», треугольника и квадрата на токарно-копировальном станке обработать нельзя, а углы многоугольников получаются закругленными, «смазанными». Последнее обстоятельство являлось следствием быстроты движения копировального пальца по копиру, приводившей к подсакиванию пальца на углах копира. Приспособление де ла Гира, как он сам отмечал, устраняло эти недостатки.

В станке де ла Гира имелись элементы педального токарного станка: станина, бабка, лучок, или оцеп, и веревка. Разница состояла лишь в том, что веревка была не обведена вокруг изделия с целью придания ему вращательного движения, а прикреплена к движущемуся возвратно-поступательно столу *A* (рис. 120). Нажимая и отпуская педаль, можно было получить возвратно-поступательное движение веревки и стола. Стол (в виде большой линейки) ходил между направляющими *D*, укрепленными на бабке *L*. Обрабатываемое изделие *I* закреплялось на столе и двигалось вместе с ним мимо поддержки *H* и опертго на нее резца *K*, сминавшего стружку.

Для получения изделий с заданным числом правильно выполненных граней на станке имелось специальное контрольно-делительное устройство. Способа крепления обрабатываемого изделия к детали *M* де ла Гир не указывает. Сама деталь *M* крепилась к штырю, установленному в бабке с помощью четырех винтов *C*. Деталь *M* имела неподвижно прикрепленную к ней стрелку *E*. Последнюю можно было ориентировать при закреплении детали *M* на штыре на соответствующие отметки делительного диска *B*. Переставляя для получения каждой новой грани деталь *M* с укрепленным к ней изделием и ориентируясь по делительному диску *B*, можно было придавать изделию желательный вид.

Справа на рис. 120 изображены «станочные тиски», установленные на «столе» строгального станка. Они были предназначены для закрепления обрабатываемых деталей, имеющих вид линеек. Строгая взаимная параллельность их граней была обеспечена постоянным направлением движения «стола».

Разработанная де ла Гиром конструкция строгального станка, описанная им в 1719 г. на протяжении последующего столетия совершенствовалась и в конструкциях выдающихся станкостроителей приобрела все современные нам черты. Этот станок особенно интересен потому, что, будучи, по существу, строгальным, он считался в свое время токарным. В конструкции де ла Гира зафиксирован момент отделения станка нового типа от токарного станка. Новый станок имел уже все свои существенные части, но они все еще были размещены на станине и бабке токарного станка. Таким образом, новый вид оборудования уже вполне созрел, но еще не родился.

На рис. 121 представлен чертеж станка из рукописи А. К. Нартова «Театрум Махинарум». Станок предназначался для изготовления сосудов, напоминавших по форме раковины. Он имел шпиндель, перемещавшийся параллельно своей оси благодаря тому, что опирался на стойки *B* «шатающегося баланса», закрепленного, как обычно, внизу станины. По характеру работы режущего инструмента это был строгальный станок.

К крайней левой стойке *В* была прикреплена копировальная шайба *Е*, по периферии которой вырезаны фестоны. Сквозь шайбу *Е* проходил шпindel, который мог перемещаться вдоль своей оси в подшипниках.

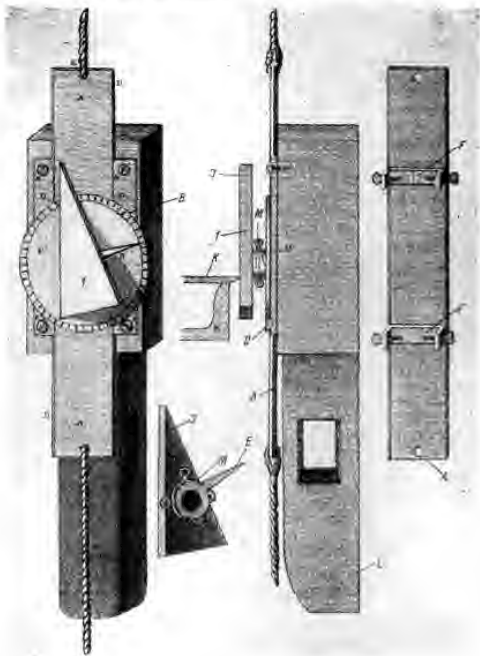


Рис. 120. Строгальный станок де ла Гира. 1719 г. Гравюра из статьи де ла Гира.

Его перемещение и одновременно вращение осуществлялись при вращении связанного с ним винта *D*, проходившего сквозь гайку, расположенную в стойке. Заготовка *H* неподвижно укреплялась на шпинделе и повторяла все его движения.

Копировальным пальцем служила горизонтальная линейка *K*, устанавливавшаяся на специальной подставке *I*. При движении шпинделя *F*

вдоль своей оси кошировальная шайба *Е* не утрачивала контакта с копирующим пальцем, но, следуя за ним, все далее отклонялась от своего первоначального положения в вертикальной плоскости. Угол, который

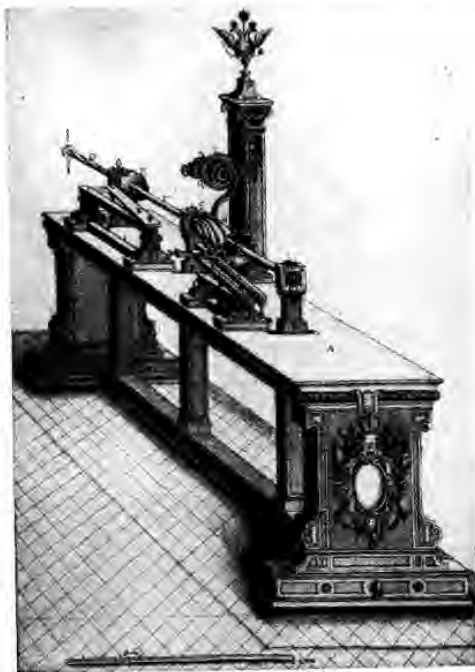


Рис. 121. Строгальный станок. Серед. XVIII в. Рукопись «Театрум Махинарум» А. К. Нартова.

образовывала линейка *К* с осью шпинделя *Е*, определял степень конусности изготавливавшегося на станке сосуда.

Резец устанавливался в резцедержателе *Н* крестового поворотного суппорта *Л*. Изделие перемещалось, не утрачивая контакта с резцом,

и постепенно принимало желательную форму. Работа была медленной, так как после каждого прохода резца необходимо было возвращать шпиндель F в исходное положение, вращая винт D в обратную сторону. Впрочем, шаг винта D был велик и возвратное движение происходило быстро. Резец был установлен в суппорте, который можно было расположить параллельно линейке и, пользуясь его винтами, обрабатывать сосуд вручную. Это вызывалось, вероятнее всего, необходимостью зачисток и подправок на изделии, полученном автоматически. Для очередной подачи надо было повернуть на малый угол копировальную шайбу с маточной гайкой.

Как обычно в станках с «шатающимся балансом», копировальная шайба E прижималась к копировальному пальцу K пружиной. Эта же пружина прижимала обрабатываемое изделие к резцу и регулировала глубину резания. Так как процесс резания на станке был прерывистым и шел медленно, то глубину резания было желательно регулировать с тем, чтобы в начальных стадиях обработки снимать более крупную стружку. Поэтому нажатие пружины регулировалось закручиванием ее с помощью храпового механизма, установленного, так же как и пружина, на стойке P .

На рис. 122 представлен заимствованный также из рукописи «Театрум Махинарум» чертеж строгального станка с возвратно-поступательным движением стола. Станок предназначался для выстрагивания украшений в виде колонок на цилиндрах.

Станок имел два механизма для приведения в движение стола. В первом из них были традиционные элементы аналогичных механизмов: груз и педаль. Действие второго основывалось на другом принципе: это кривошипно-шатунный механизм, применение которого в станкостроении является нововведением А. К. Нартова.

Опишем первый механизм для приведения в движение стола F , на котором закреплялась заготовка G . Стол F двигался вверх и вниз в направляющих I . К нему в верхней части был прикреплен шнур I , который проходил через блок, установленный на стойке C , и натягивался грузом (последний на чертеже не виден). В нижней части стола F к его выступу был присоединен шнур K , связанный с педалью L . Нажимая на педаль, заставляли стол двигаться вниз, а отпуская педаль вводили в действие вес груза, который перемещал стол вверх. Суппорт H с закрепленным в нем резцом имел обычное устройство. Его можно было перемещать в пазу стола, поднимать и поворачивать, вращая рукоятку 2 , приводившую в действие червячную пару, и, наконец, закреплять в требовавшемся положении барашком 3 .

Теперь обратимся к описанию второго механизма для приведения в движение стола. Для этого использовалось маховое колесо D , вращавшееся с помощью рукоятки E . Колесо D вращало тот вал, на котором оно было посажено. К сожалению, устройство кривошипно-шатунного механизма на чертеже не показано. В описании отмечается, что «на другом конце одного вала привернуто коленчатое плечо с пазом, на которое налагается закрытыми линиями параллельное блюдо F (стол F , — Φ . 3.), закрепляемое в треугольных пазах». Описание и чертеж не оставляют сомнения, что на чертеже видимыми деталями был скрыт именно кривошипно-шатунный механизм.

При рассмотрении описываемого станка необходимо подчеркнуть, что здесь применен принцип укрепления обрабатываемой детали на столе, движущемся возвратно-поступательно мимо неподвижного резца, перио-

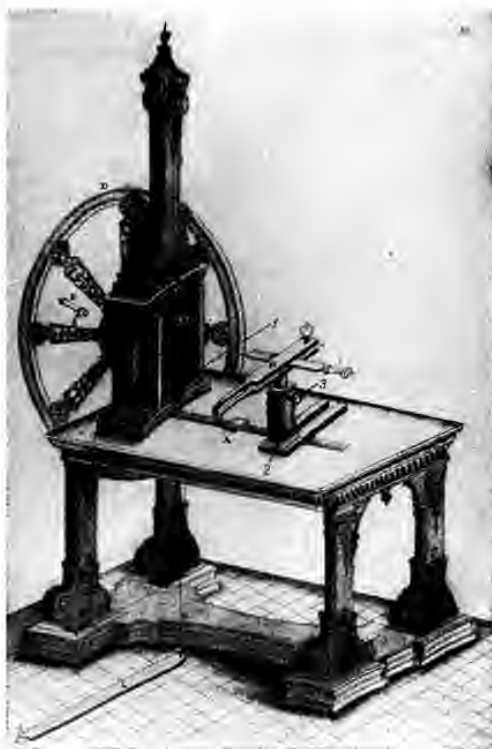


Рис. 122. Строгальный станок со столом, движущимся возвратно-поступательно. Серед. XVIII в. Рукопись «Театрум Махинарум» А. К. Нартова.

дически входящего в контакт с деталью и снимающего с нее стружку. Этот принцип вполне соответствует конструкции современного нам продольно-строгального станка.

Продольно-строгальные станки

В 1751 г. Никола Фок, слесарь по профессии, мастер паровых машин в Шарлеруа, предложил изготавливать цилиндры насосов из полос кованого железа (подобно бочке из клепок) взамен обычных литых цилиндров, примененных, например, в Марли для фонтанов Версаля.²⁸ Фок построил в Понт-а-Лан (Pont-à-Lan), вблизи Мобежа, специальный строгальный станок, изображенный на рис. 123. Этот станок приводился в движение силой самого рабочего-строгальщика. Рукояткой *G* рабочий вращал маховое колесо с грузами *C*. На одном валу с маховиком сидело цевочное колесо *I*, передававшее движение другому цевочному колесу *H* через паразитное зубчатое колесо *E*. Цевочное колесо *H* передавало движение также зубчатому колесу *B*. Последнее было нарезано только в своей нижней половине. На одном валу с колесом *B* сидел большой деревянный желобчатый шкив *A*. В его желобе лежала веревка *F*, которая обходила ролики *K, L, M, N, O, P* и обоими своими концами прикреплялась к каретке. Струг был зажат между двумя массивными железными деталями, установленными параллельно друг другу и строго горизонтально. Когда рабочий вращал рукоятку *G* в ту или другую сторону, струг двигался и либо срезал слой металла с обрабатываемой детали, либо осуществлял холостой ход.

Приведем подробный перечень отдельных частей устройства, непосредственно осуществляющего процесс строгания: резец из стали (способ закалки которой держался в секрете); корпус, на котором собирались все части каретки; винты, нажатием которых регулировали глубину резания; рессора, служившая для смягчения толчков при строгании; массивные железные полосы, служившие направляющими при движении каретки; деталь, передававшая давление рессоры на каретку; веревка, которой каретка приводилась в движение.

Обработка цилиндров на станке производилась следующим образом.

Цилиндр паровой машины *D* (см. рис. 123), собранный из отдельных полос, стянутых железными обручами, устанавливали и закрепляли на столе станка. Затем его внутри строгали для достижения цилиндричности и гладкости. Чтобы облегчить эту работу, каждой полосе еще до сборки придавали в разрезе вид сегмента. Цилиндры по большей части имели диаметр 10 дюймов (254 мм), длину 7 дюймов (178 мм) и изготавливались из девяти полос, стягиваемых двенадцатью обручами шириной 3 дюйма (76 мм) и толщиной 6 линий (15 мм). Полосы имели на одном конце толщину 9 линий (23 мм), а на другом — 6 (15 мм). Крайние обручи являлись одновременно фланцами шириной 2 дюйма (51 мм).

²⁸ Machine à raboter le fer, inventée par le S^r Nicolas Focq. Machines et inventions approuvées par l'Académie Royale des Sciences, t. VII. Paris. 1777, стр. 407. Позднее описание станка Фока было дано в выпущенном в 1842 г. п. упоминавшемся выше атласе Дж. Ренни. Ренни без всяких оснований изменил фамилию Фока на Форг. Позднейшие исследователи повторили ошибку Ренни. Так, например, Роу в своем обширном труде (J. W. R o e. English and American Tool Builders. N. Y., 1926, стр. 50) называет Фока Форком (Focsq) и считает его часовщиком, заимствуя эти сведения не из первоисточника, а из атласа Дж. Ренни.

Таким образом, в строгальном станке Фока резец был подвижным, а обрабатываемая деталь неподвижной. Такое устройство повторяло в известной мере движения при шабренки вручную. Малый вес резца и его каретки, а также их медленное возвратно-поступательное движение не обеспечивали необходимой величины усилий; снятие крупных стружек на станке Фока было невозможно. Вот почему следующий по времени станок Роберта, о котором имеются достаточные сведения, представляет

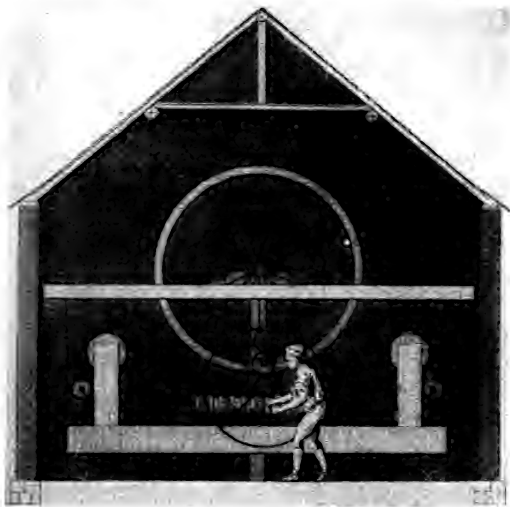


Рис. 123. Продольно-строгальный станок Н. Фока. 1751 г. Современная гравюра.

собой конструкцию (движущийся стол), принципиально отличную от станка Фока, и стоит уже близко к современным нам строгальным станкам. Несомненно, что в промежуток времени между появлением станка Фока и станка Роберта (66 лет) творческая мысль конструкторов создавала и другие станки, вызывавшиеся потребностями машиностроения в больших ровных плоскостях, длинных правильных ребрах и выемках. Но сведений о таких станках мы пока еще не имеем.

Станок Ричарда Роберта, построенный в 1817 г., сохранился до наших дней. Он находится в Лондоне, в Кенсингтонском музее. Его фотография представлена на рис. 124. Изучавший этот станок проф. Роу сообщает

о нем довольно подробные сведения.²⁹ Следы зубила и слесарной пилы, оставшиеся на станине и ее направляющих, свидетельствуют о том, что сам этот строгальный станок был изготовлен без помощи строгального станка, ручными инструментами.

Как видно на рисунке, на литой чугунной станине укреплены неподвижно две вертикальные стойки, по направляющим которых могла перемещаться вверх и вниз резцовая головка. Это осуществлялось при вращении рукоятки. Кроме того, вертикальные направляющие были и на самой резцовой головке. По ним при вращении той же рукоятки мог перемещаться вверх и вниз резцедержатель вместе с закрепленным

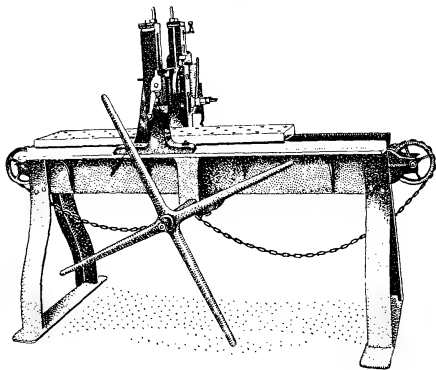


Рис. 124. Продольно-строгальный станок Р. Робертса. 1817 г.
Фотография с натуры.

на нем резцом. Резцедержатель мог быть поставлен под углом и закреплен в этом положении. Таким образом достигалась большая точность и маневренность в регулировании подачи по вертикали.

Подача по горизонтали осуществлялась вручную, с помощью рукоятки, насаженной на ходовой винт. Резец откидывался при обратном ходе стола станка. Размеры стола сравнительно велики, 50×11 дюймов (1270×279 мм), вследствие чего масса его довольно значительна. Стол приводился в движение вручную с помощью большой крестовой рычажной рукоятки. Передача на станке цепная. Оба конца цепи были прикреплены к торцам стола, на торцах станины они обходили цепные звездочки. Середина цепи была обведена вокруг цепного барабана, на оси которого насажена упоминавшаяся выше большая крестовая рукоятка. Вращением ее в ту или другую сторону достигался прямой и обратный ход стола.

Роу приводит сведения и о других станках. В 1820 г. строгальный станок был построен Дж. Ренни. Стол станка двигался с помощью ходо-

²⁹ J. W. R o e. English and American Tool Builders, стр. 51.

вого винта, а режущая головка могла вращаться.³⁰ Однако больше никаких сведений о станке не сохранилось.

Роу сообщает, что Джеймс Фокс построил в 1821 г. строгальный станок, на котором можно было обрабатывать предметы 10 футов 6 дюймов (3200 мм) длины, 22 дюймов (559 мм) ширины и 12 дюймов (305 мм) толщины. Этот станок был предназначен для обработки деталей машин для изготовления кружев. Смайлс, писавший свою книгу, так сказать, по свежим следам событий и собиравший данные у очевидцев, сообщает об этом станке дополнительные подробности, но в довольно осторожной форме, и приводит более раннюю дату его постройки. Приведем сведения Смайлса.

«Ныне живущие Фокс из Дерби, которые и в настоящее время заведуют делами фирмы, приписывают ее основателю честь изобретения первой строгальной машины в 1814 году... по их словам оригинал ее находился в действии до последнего времени. Самуэль Голль, бывший работник на заводе Фокс, сообщил нам следующее описание этой машины:

«Она, в сущности, была построена на том же принципе, как и та строгальная машина, которая ныне вошла во всеобщее употребление, хотя отличается от нее в подробностях. Она была снабжена самодействующими коническими колесами, которые приводили в движение составной суппорт, и, сверх того, снабжена самодействующим оборотным блоком, состоящим из трех конических колес: одного, закрепленного на оси, одного, свободно сидящего на оси, и третьего на муфте (трубке) с шестерней на противоположном конце подвижной оси, вращающейся на муфте. Над этими коническими колесами устроен был блок. Между двумя колесами приделана была захватывающая лапа, которая выдвигалась на рычаге, так что посредством другого стержня, снабженного рычагами и тяжелым шаром, лапа, опрокидываясь, передвигала верхнее колесо от одного конического колеса к противоположному».³¹

Из приведенного описания видно, что станок Фокса имел устройство для автоматического переключения с прямого хода на обратный. Это устройство действовало так: стол, приближаясь к границе своего вылета, толкал рычаг, который переключал известное несложное сцепное устройство, состоящее из трех конических колес. Достаточная для переключения сила обеспечивалась наличием на рычаге тяжелого груза в виде шара. К сожалению, чертежей и более подробных описаний станка Фокса не обнаружено.

О знаменитом строгальном станке Джозефа Клемента проф. Роу сообщает только то, что сказано в книге Смайлса. Так как книга последнего представляет собой в значительной степени ценный первоисточник, то ниже приводится обширная выдержка, посвященная первому и второму строгальным станкам Клемента и характеризующая также обстановку, в которой они были построены и действовали.

«М-р Клемент изобрел, кроме того, строгальную машину, посредством которой металлические листы всякого размера могли быть вышлифованы (выстроганы, — Ф. З.) с безукоризненной верностью и точностью. Едва ли есть на свете машина, которая бы послужила поводом к стольким спорам, как эта; и мы не берем на себя смелость определять относительные заслуги многих искусных механиков, работавших над этой машиною. По всем вероятностям, другие, помимо Клемента, предлагали

³⁰ Там же, стр. 52.

³¹ С. С м а й л с. Биографии промышленных деятелей. СПб., 1872, стр. 227.

к решению задачи свои собственные, самобытные методы; это подтверждается и тем обстоятельством, что, хотя результаты, достигнутые различными изобретателями, были одни и те же, употребленные ими способы были во многих отношениях различны.

«Что же касается Клемента, то мы видим, что еще до 1820 года у него постоянно работала машина для полировки (строгания, — *Ф. 3.*) трехугольных поперечин (направляющих станин, — *Ф. 3.*) токарных и боковых ткацких станков. Эта машина оказалась настолько полезной и экономичной, что Клемент принялся за устройство более совершенной строгальной машины, которая была окончена и начала действовать в 1825 г. Он ее сделал без всякой модели, а прямо с чертежа; она была построена с таким искусством, что лишь только ее поставили, тотчас же пошла безостановочно и работает, не переставая, около тридцати лет, даже до настоящего времени».³²

Машина Дж. Клемента была описана его племянником в статье, помещенной в «Записках общества поощрения искусств и ремесел».³³ Эта статья снабжена гравюрами, воспроизводящими подлинные чертежи Клемента (который считался лучшим чертежником Англии) и представленными здесь на рис. 125. На основании описания и из рассмотрения чертежей можно получить довольно полное представление о станке.

Важной частью станка являлся особо прочно и тщательно выложенный каменный фундамент. На нем были установлены пять пар подшипников, поддерживавших пять колесных пар, свободно вращавшихся в выемках фундамента. Подшипники и колесные пары были изготовлены и установлены с большой точностью так, чтобы лежащий на колесах стол станка всегда находился в строго горизонтальном положении. Тщательность установки была столь велика, что Клемент, по утверждению Смайлса, не раз сам говорил: «Если вы положите хотя бы отрезок бумаги под один из валиков, то вся машина тотчас остановится».

Стол имел по всей длине зубчатую рейку, с которой сцеплялась шестерня, связанная с маховым колесом, вращавшимся рабочим вручную. Перемена направления движения стола осуществлялась с помощью муфты, неподвижно соединенной с коническим зубчатым колесом. Последнее, перемещаясь вправо и влево, входило в зацепление с соответственным зубчатым коническим колесом, обеспечивавшим вращение реечной шестерни в ту или другую сторону. Переключение муфты осуществлялось с помощью рычажного устройства, элемент которого все время находился в специальной прорези на столе. Длина прорези могла быть изменена перестановкой ограничительного болта и соответственно этому удлинена или укорочена размах стола. Для получения силы, достаточной для переключения муфты, рычажное устройство было снабжено шарообразным грузом.

Суппорт мог перемещаться вручную, но он имел также храповой механизм, осуществлявший перемещение резца после каждого прохода стола. Глубина резания регулировалась вручную. Наличие на суппорте дугообразных прорезей позволяло в случае надобности устанавливать резец под углом. Резец имел весьма целесообразную форму, он был так называемым пружинным.

³² Там же, стр. 216.

³³ C. Varley. On a Lathe for grinding Lenses. Transactions of the Society for the Encouragement of Arts, Manufactures, and Commerce, for the Session 1831—32, vol. XLIX, pt. 1, London, 1832, стр. 113. Эта статья используется впервые в настоящем издании.

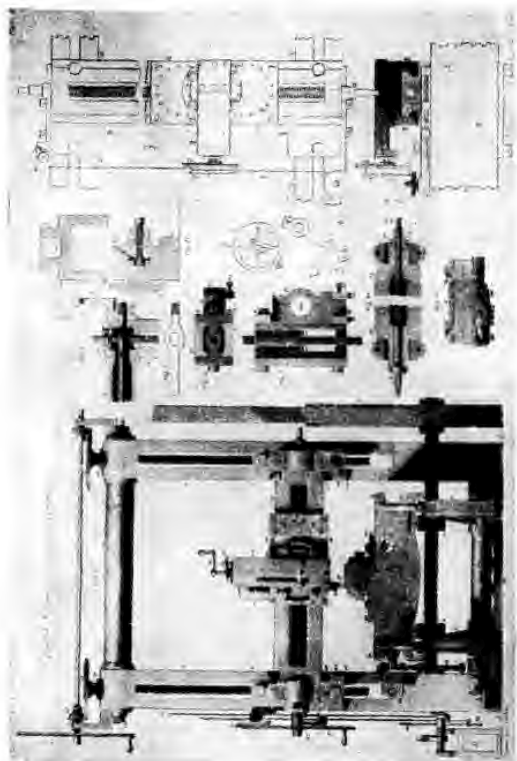


Рис. 125 б.

Смайлс отмечал, что первые десять лет эксплуатации эта машина была единственной в Англии и Клемент был перегружен заказами.

К описанию станка Смайлса проф. Роу добавляет, что станок занимал площадь 6 кв. футов и имел ручной привод, а скорость резания была такова, что «силы одного человека было достаточно для приведения в движение при обычной работе».³⁴ Следовательно, размеры станка были невелики.

Из описания станка Клемента видно, что этот станок был уже близок по своему виду к современным нам строгальным станкам. Однако точ-

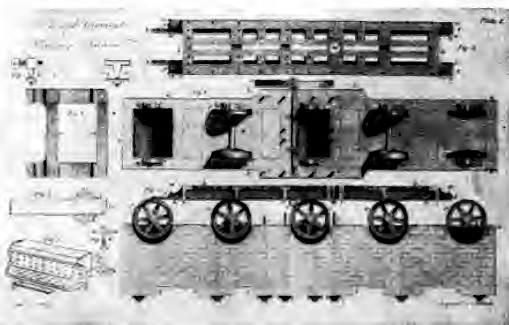


Рис. 125 в.

ность движения стола на колесах, достигнутая Клементом, должна быть отнесена к его личным достижениям. Это устройство в дальнейшем не применялось из-за значительных размеров станков и трудности поддержания точности их работы в эксплуатации.

Неизвестно, когда именно появились продольно-строгальные станки в России. Наиболее ранним станком, о котором сейчас известно, является станок, действовавший на Выйском механическом заведении на Урале, руководимом Е. А. и М. Е. Черепановыми. Можно считать, что продольно-строгальный станок Выйского механического завода, работавший на нем в 1840 г., сконструирован и построен ими. Чертеж этого станка сохранился в альбоме оборудования Выйского механического заведения и был опубликован Ф. И. Бойко в 1952 г. без описания.³⁵

Станок имел литую станину со сдвоенными корытообразными направляющими стола. Резцовый суппорт не был самоходным. Вертикальные перемещения резца при снятии стружки осуществлялись вращением винта вручную, а установочные перемещения — с помощью перемещения траверсы по высоте поддерживавших ее двух колонн. На последних

³⁴ J. W. Ro e. English and American Tool Builders, стр. 54.

³⁵ Ф. И. Б о й к о. Замечательные русские механики Черепановы. Свердловск, 1952, стр. 22, 27.

имелись ходовые винты, а на траверзе — гайка. При вращении рукоятки движение передавалось через конические передачи одновременно обоим винтам и траверза вместе с суппортом поднималась или опускалась.

Благодаря устройству секторальных прорезей суппорт можно было установить под углом, что создавало дополнительные удобства при строгании наклонных поверхностей. Перемещение суппорта по траверзе осуществлялось, по-видимому, вручную, хотя неясность чертежа делает возможным предположение о механизации движения подачи. Профиль станка, представленный на сохранившемся чертеже, не позволяет судить о способе передачи движения столу, а также и об устройстве для ревер-

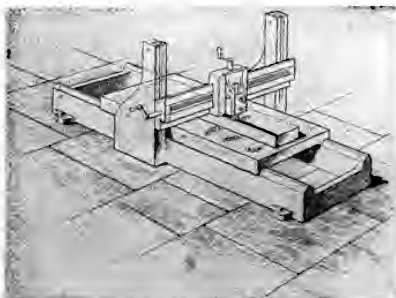


Рис. 126. Принципиальная схема строгального станка.
1841 г. По Нэсмиту.

сирования. Однако и того, что можно рассмотреть на чертеже, достаточно, чтобы сравнить устройство станка Черепановых со схемой Нэсмита. Такое сравнение показывает, что станок Черепановых осуществлен на основе тех принципов устройства продольно-строгальных станков, которые, по мнению Нэсмита (см. ниже), явились результатом развития станкостроения в 40-х годах XIX в. Это заключение справедливо в отношении всех элементов станка Черепановых: суппорта, траверзы, колонок и станины.

Ранее уже отмечалось выдающееся значение в истории станкостроения теоретической обобщающей статьи Нэсмита (1841 г.). В этой статье есть небольшой раздел, посвященный строгальным станкам. В нем сообщается, что установка механического суппорта на строгальном станке обеспечила возможность широкого применения последнего. Нэсмит указывал, что за последние десять лет (т. е. в течение 30-х годов XIX столетия) строгальный станок получил всеобщее распространение на машиностроительных предприятиях.

На рис. 126 приведена схема устройства большинства современных Нэсмиту строгальных станков из его статьи. Легко можно заметить, что схематическое изображение, данное Нэсмитом в 1841 г., уже содержит в себе все важнейшие элементы продольно-строгального станка, который

в дальнейшем на протяжении более чем столетия совершенствовался лишь в деталях. Давать подробное описание станка, которое привел Нэсмит, ввиду ясности для современного читателя изображения на рис. 126 нет надобности. Сам Нэсмит указывал, что разница в устройстве этих станков состоит только в механизме для приведения в движение стола, различном для отдельных станкостроительных фирм.

В атласе Дж. Ренни помещен ряд чертежей строгальных станков, в том числе чертеж строгального станка Нэсмита (табл. 47), изображенный

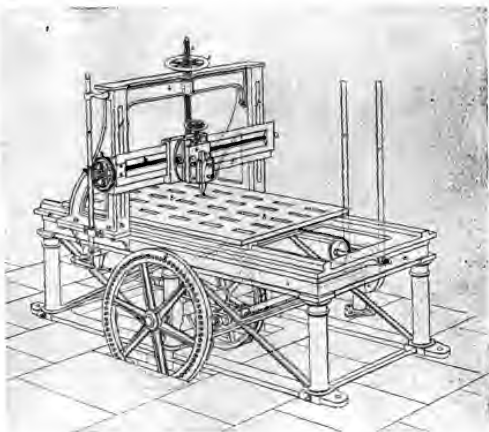


Рис. 127. Чертеж строгального станка Нэсмита. Около 1840 г.
По Дж. Ренни.

здесь на рис. 127. Станок приводился в действие с помощью передачи плоским ремнем. Несмотря на большие размеры стола, его возвратно-поступательное движение конструктивно обеспечивалось так же, как и в станке Робертса, т. е. с помощью цепи, концами прикрепленной к торцам стола и обходящей блоки, неподвижно закрепленные на станине, и большого колеса, приводящего цепь в движение. Перемещение резца обеспечивалось действием храпового механизма. Устройство траверсы, суппорта и других частей станка для современного читателя пояснений не требует.

Вслед за описанным станком в атласе Ренни помещены чертежи другого станка, видимо, еще больших размеров (фирмы Нэсмит и Гейскел в Манчестере), у которого цепной привод стола заменен шестерней и рейкой. Этот станок имел уже почти современный нам вид.

В Германии первый продольно-строгальный станок небольшого размера был построен Манхартом в Мюнхене около 1840 г. Этот станок хранился в германском Музее истории техники.³⁶ Его конструкция соответствовала принципам, сформулированным Нэсмитом, и поэтому необходимости в ее описании не возникает.

Поперечно-строгальные станки

На рис. 128 представлено наиболее раннее изображение строгального станка, использующего для обеспечения возвратно-поступательного движения резца кривошипно-шатунный механизм. В конструкции рассматриваемой машины можно найти все элементы современного шеппинга: кривошипно-шатунный механизм, подъемный стол, установочно-зажимное приспособление и «автоматическую» подачу режущего инструмента. Станок описан в труде А. К. Нартова «Театрум Махинарум» и, следовательно, не может быть отнесен ко времени более позднему, чем середина XVIII в.

Машина приводилась в действие с помощью махового колеса *E*, на одном валу с которым был посажен металлический диск *G*, являвшийся кривошипом. С кривошипом был шарнирно соединен шатун *I*, связанный также шарнирно с ползуном *I*, двигавшимся возвратно-поступательно между параллелями *2*. С ползуном *I* был шарнирно соединен длинный резец *O*, имевший вид пилы. Укрепленный на общей станине *A* стол *K* имел связанную с ним шарнирно крышку *L*, на которой устанавливалось обрабатываемое изделие *N*, имевшее вид усеченной пирамиды, полый внутри. Обработке подлежала ее внутренняя поверхность. К крышке *L* была шарнирно прикреплена скоба *M*, в которую вводилась заготовка во время установки. Затем устанавливалась подкладка *3*, и закрепление осуществлялось винтом *4*. Для того чтобы в одном и том же установочно-зажимном приспособлении можно было закреплять пирамиды с различным углом наклона граней, между столом *K* и шарнирно с ним скрепленной крышкой *L* вводился клин *5*. Подвигая его, можно было придать крышке *L* наклон, требовавшийся для данной формы заготовки.

Движение режущего инструмента *O* направлялось и ограничивалось благодаря наличию вертикальной прорези в колонке *P*. Устройство «автоматической» подачи на чертеже изображено неправильно. Кронштейн, на котором укреплен блок *S*, располагался не выше режущего инструмента *O* (как показано на чертеже), а ниже его. При этом шнур одним концом был прикреплен к режущему инструменту *O*, обведен вокруг блока *S* и на другом конце нагружен гирей *Q*. Вследствие такого устройства для направления движения режущего инструмента обрабатываемая им поверхность была не плоскостью, а в разрезе имела вид кривой.

Как видно на рис. 128, длину шатуна или, что то же, длину хода режущего инструмента можно было изменять, переставляя палец *H* шатуна в одно из пяти отверстий, которые были расположены в точках, лежащих на одной спиральной линии.

Шеппинг в качестве машиностроительного оборудования был применен значительно позже, в начале XIX в. Честь внедрения конструкции этого станка как машины для производства других машин принадлежит Генри Модсли.

³⁶ Das Deutsche Museum. Geschichte—Aufgaben—Ziele. 3 Aufl., Berlin—München, 1933, стр. 104.

На рис. 129 представлена фотография поперечно-строгального станка Г. Модсли.³⁷

Стапина, как и у большинства станков первой четверти XIX в., состояла из стола — чугуновой отливки коробчатого профиля — и поддер-



Рис. 128. Поперечно-строгальный станок. Серед. XVIII в. Рукопись «Театрум Махинарум» А. К. Нартова.

живавших его круглых колонок, связанных диагонально распорками. На этой станине был расположен криволипно-шатунный механизм.

³⁷ W. S. A. Веллел. The Early Machine Tools of Henry Maudslay. Engineering, vol. 71, 1901, фиг. 18.

Кривошип был совмещен с большим маховиком. Ползун двигался по двум цилиндрическим направляющим и нес режущий инструмент. Обрабатываемая деталь располагалась на столе, который мог перемещаться перпендикулярно направлению движения ползуна, обеспечивая движение подачи. Перемещение стола осуществлялось с помощью закрепленной в нем маточной гайки и винта, вращаемого вручную. Приемный ступенчатый шкив был расположен на одном валу с маховиком.

Показанный на фотографии лист волнистого железа представлял собой ограждение, которое было более позднего происхождения, так как в период постройки станка волнистое железо еще не изготавливали.

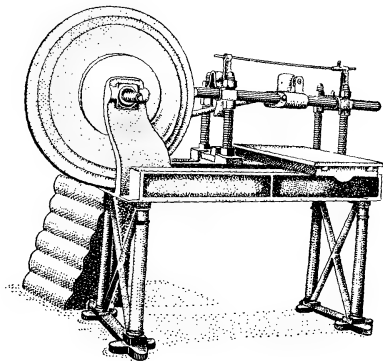


Рис. 129. Поперечно-строгальный станок Г. Модсли.
1-я четв. XIX в. Фотография с натуры.

Описываемый станок являлся первым по времени созданным для нужд производства строгальным станком, на котором был применен кривошипно-шатунный механизм, и в этом состоит главная заслуга его строителя Модсли, правильно оценившего и использовавшего передовую техническую идею.

Первым (по имеющимся сейчас данным) производственным станком в России, на котором был применен кривошипно-шатунный механизм, был специальный станок оружейного производства на Ижевском заводе.³⁸ Его чертеж был изготовлен в 1839 г. Движение воспринималось рабочим шкивом, рядом с которым находился холостой шкив. На одном валу со шкивами было расположено массивное колесо, на обод которого находился кривошипный палец. Шатун имел вид вилки с двумя ветвями, присоединявшимися к ползуну симметрично с двух сторон, что обеспечивало равномерность давления на ползун и предотвращало его заедание при движении по обрабатываемому стволу и поддерживающим параллеле-

³⁸ Архив АИМ, ф. Чертежи Ижевского оружейного завода, 1839 г., оп. 3, д. 55, л. 1, «Чертеж машины для лицеваия стволов зубленными брусками».

лям. Ружейный ствол надевался на стержень и вместе с ним закреплялся и растягивался в установочно-зажимном приспособлении. Внутри ползуна размещался режущий инструмент типа напильника, который прижимался к стволу (движение подачи) винтами.

Таким образом, ручная операция лицевания ружейного ствола была передана станку с механическим приводом. Однако технологический процесс резания и режущий инструмент были сохранены без изменений. Естественно, что вскоре конструкция станка и режущего инструмента изменилась соответственно новым условиям.

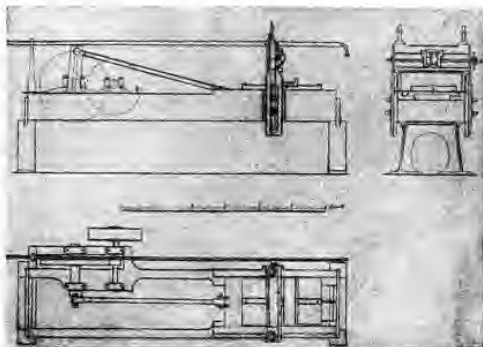


Рис. 130. Поперечно-строгальный станок Петербургского арсенала. 1845 г. Заводской чертеж.

В 1845 г. Петербургский арсенал заказал заводу Берда несколько металлорежущих станков, в том числе поперечно-строгальный, эскиз которого был сделан механиком арсенала Монье.³⁹ Этот эскиз показан на рис. 130. Станок с кривошипно-шатунным механизмом на кривошине имел кулису, в которой можно было перемещать кулисный камень и таким образом регулировать ход ползуна. Весь механизм станка был объединен одной общей станиной. Перемещения суппорта, укрепленного на ползуне, можно было регулировать по глубине резания вручную с помощью ходового винта. Подача, судя по некоторым деталям, была механизирована, но подробно это рассмотреть на эскизе не удастся.

Несколько позднее Петербургский арсенал заказал заводу Берда еще один поперечно-строгальный станок;⁴⁰ эскиз которого, подписанный механиком арсенала, представлен на рис. 131. Этот станок был сконстру-

³⁹ Архив АИМ, ф. Арсенальный (1 стол), 1845—1849 гг., оп. 18/1, д. 268, «О приобретении для здешнего арсенала стругального станка». ., лл. 4—5.

⁴⁰ Архив АИМ, ф. Арсенальный (1 стол), 1848—1857 гг., оп. 18/1, д. 318, «О заказе машин и механизмов для СПб. арсенала», л. 104, «Чертеж машины для строгания круглых поверхностей (системы Нэсмита)».

рован по типу, разработанному Нэсмитом. Единственная проекция, представленная на эскизе, не позволяет выяснить устройство всех деталей и узлов станка. Однако нетрудно заметить, что этот станок уже весьма близок к современному нам шеппингу. Ход ползуна регулировался перемещением кулисного камня, резцовая головка имела вполне современный нам вид, так же как и стол станка. Кроме того, станок был снабжен дополнительными устройствами, для того чтобы строгать не плоскости, а цилиндрические поверхности.

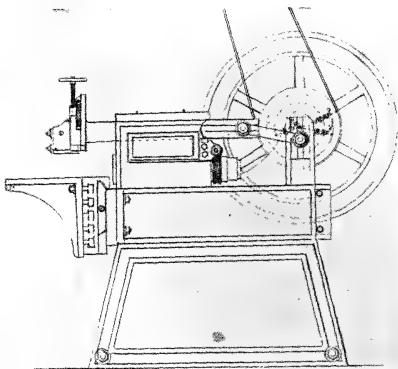


Рис. 131. Поперечно-строгальный станок Петербургского арсенала. 1848 г. Заводской чертеж.

Таким образом, станкостроители в России, так же как и на Западе, к середине XIX в. выработали основные принципы конструкции шеппинга, которая сохраняет свои основные черты до наших дней.

Сказанное подтверждается при рассмотрении оборудования передового английского машиностроительного завода.

В упоминавшейся неоднократно выше статье Бенсона имеется фотография поперечно-строгального станка, входившего в состав оборудования завода Модсли. Время постройки станка — вторая четверть XIX в.⁴¹ Станок имел уже довольно развитую конструкцию, напоминающую современную нам. Это особенно относится к устройству стола и приспособлению для установки резца на ползуне, позволявшему легко регулировать глубину резания, а также и высоту расположения резца над столом. Приемный ступенчатый шкив и маховик находились на одном валу с регулируемым эксцентриком, обеспечивавшим возвратно-поступательные движения ползуна. Устройство для механизации подачи

⁴¹ W. S. A. Benson, ук. соч., фиг. 19.

стола на станке уже имелось. Оно было расположено фронтально и, как ясно видно на фотографии, состояло из обычной в таких случаях винтовой пары. Винт вращался с помощью храпового механизма. Величина подачи регулировалась перемещением камня в кулисной прорези рычага, приводившего в действие храповый механизм. Установленные на столе станочные тиски имеют более позднее происхождение.

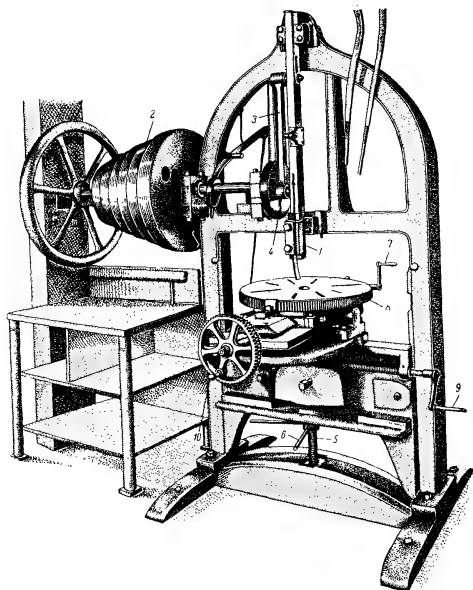


Рис. 132. Долбежный станок из оборудования завода Модсли. 1-я полов. XIX в. Фотография с натуры.

Кривошипно-шатунный механизм, впервые использованный в металлорежущем оборудовании на шеппинге, был затем вскоре применен в оригинальных зуборезных станках, получивших в дальнейшем некоторое распространение, а также в долбежных станках, выделившихся постепенно во второй половине XIX в. в самостоятельный вид оборудования. Поскольку в данной книге отсутствуют специальные разделы, посвященные указанным станкам, ниже приводятся данные о наиболее ранних их представителях, на которых были применены кривошипно-

шатунные механизмы, несколько роднящие эти станки с поперечно-строгальными.

В статье Бенсона имеется фотография маленького станка для нарезания конических зубчатых колес.⁴² Его задняя бабка снабжена большим делительным кольцом и останом. Подлежащая нарезанию заготовка колеса закреплялась на консольном конце шпинделя. Резание осуществлялось как бы маленьким шепингом, режущий инструмент которого скользил по горизонтальной направляющей. Возвратно-поступательное движение резца осуществлялось с помощью кривошипа, приводимого в действие с помощью ременной передачи. Внутренний конец направляющей был шарнирно укреплен на шпинделе, тогда как другой конец снабжен копирувальным пальцем, входившим в контакт с полым копиром, укрепленным в регулируемом кронштейне.

Профиль копира соответствовал профилю того зуба, который имелось в виду получить на зубчатом колесе. Для обеспечения непрерывности контакта между копиром и пальцем к последнему подвешивался груз. Резание производилось при установке режущего инструмента под углом так, что на заготовке воспроизводилась форма копира. Этот станок представлял собой настоящий шедевр в области конструирования и по точности обработки мог конкурировать со всеми другими машинами на протяжении трех четвертей века, как об этом сообщил Бенсон. В той же статье Бенсона описан еще один станок, сконструированный по этому же принципу, но имеющий большие размеры.

На рис. 132 представлен долбежный станок английской фирмы Шарп и Робертс, изготовленный в 1840 г. и эксплуатировавшийся на заводе Модсли.⁴³

Долбяк 1 получал возвратно-поступательное движение от ступенчатого шкива 2 с помощью кривошипа 3. Перемещение камня 4 в прорези давало возможность изменять ход долбяка. Стол станка был устроен значительно сложнее. С помощью стола можно было совершать большое число перемещений обрабатываемой детали, что весьма упрощало установку. Вертикальное перемещение обеспечивалось (благодаря наличию винта 5) при вращении гайки с помощью рукоятки 6. Вращение стола вокруг вертикальной оси достигалось при вращении рукоятки 7, соединенной с червячным валом; червячное колесо 8 было надето как венец на верхнюю установочную плиту стола. Взаимно-перпендикулярное перемещение в горизонтальной плоскости достигалось с помощью обычной винтовой пары. Винты были снабжены рукоятками 9 и 10.

Появление специализированного долбежного станка знаменует начало узкой специализации основных типов металлорежущего оборудования, завершивших в первой половине XIX в. этап становления.

3. АБРАЗИВНЫЕ СТАНКИ

Обработка металлов резанием с помощью естественных камней, кристаллы которых осуществляли резание, является наиболее древним видом обработки. Поскольку в первой главе настоящих очерков освещался древнейший период обработки материалов с помощью абразивов, здесь он опущен.

⁴² Там же, фиг. 16.

⁴³ Там же, фиг. 12.

При рассмотрении истории резания металлов абразивами следует различать две области применения этого вида обработки. Во-первых, это заточка всевозможных режущих орудий труда и оружия и, во-вторых, обработка всех других металлических предметов с целью доведения их до определенных размеров или для получения поверхности требуемого качества. Снятие заусенцев и других следов предварительной обработки обычно выполняется на тех же станках, что и заточка ручного режущего инструмента.

Заточные станки известны весьма давно. Главная их часть — песчаниковый камень. В природных условиях он залегают плитами. Куску плиты придавали приблизительно форму круга. В центре камня делалось отверстие, в которое вставлялся вал, опиравшийся на два подшипника. Посаженной на вал рукояткой или с помощью кривошипного механизма, соединенного с педалью, камень приводился во вращение. Прижимая к нему другой камень снимали неровности периферийной рабочей части и придавали, таким образом, режущему инструменту окончательную форму; точило было готово.

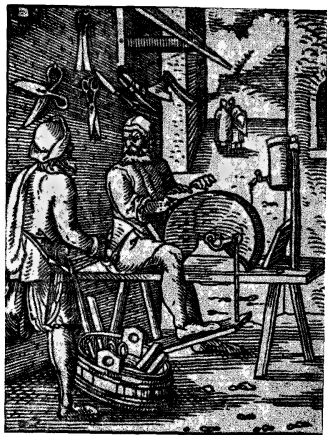


Рис. 133. Точильщик. 1568 г. Гравюра Иоста Аммана.

Станок описанного типа можно видеть на гравюре Израэля фон Мекенема, датированной 1485 г.⁴⁴ Изображенный здесь заточный станок предельно прост и примитивен, исполнен крайне грубо, но полностью отвечает своему назначению.

На фиг. 133 представлена относящаяся к 1568 г. гравюра Иоста Аммана, изображающая точильщика-ремесленника.⁴⁵ Точило с пристроенной к нему капельницей уже имеет вполне законченный вид. С тех пор станки этого типа почти не менялись, и их до настоящего времени можно увидеть в столярных мастерских, где они успешно применяются для заточки режущего инструмента.

Обратимся ко второй группе абразивных станков, имеющих другое технологическое назначение.

В книге Фельдхауза есть фотография гравюры Колерта (Collaert), относящейся к 1570 г.⁴⁶ Она изображает шлифовальное отделение мастер-

⁴⁴ F. M. Feldhaus. Die Technik der Vorzeit. . . , стр. 955, рис. 257.

⁴⁵ Iost Amman's Stände und Handwerker, mit Versen von Hans Sachs, 1568. Neudruck: München, 1884, Der Schleiffer.

⁴⁶ F. M. Feldhaus, Die Technik der Vorzeit. . . , стр. 957—958, рис. 625.

ской по изготовлению кирас. Здесь можно насчитать пять больших абразивных камней, посаженных на один вал. Последний имел привод, вероятнее всего конный. Перед этим большим шлифовальным станком стояла скамья, дававшая возможность работать с некоторым удобством. Можно предположить, что камни разного размера отличались друг от друга материалом — величиной зерен, что позволяло применять крупнозернистые круги для обдирочных работ, т. е. ускорять процесс шлифования, и затем улучшать качество обработки поверхности, применяя мелкозернистые круги.

Нельзя сказать, чтобы условия труда на шлифовальном станке 1607 г., показанном Цонка,⁴⁷ были улучшены сравнительно с показанными на гравюре Колерта. Здесь видно, что шлифовальщик работал, лежа на наклонной доске, упираясь в подставку для ног и нажимая на обрабатываемую деталь руками. Такой варварский способ работы просуществовал не только на протяжении XVII в., но и всего XVIII в., о чем наглядно свидетельствуют, например, иллюстрации в «Энциклопедии» Дидро и Даламбера.⁴⁸

Выше, в гл. II, рассматривались абразивные станки Петрозаводского и Кончезерского заводов для обточки стволов орудий, описанные И. Ф. Германом. Условия и методы работы на них также мало отличались от описанных в данном разделе.

Не претерпели изменений в принципах работы эти станки и в первой четверти XIX в., о чем свидетельствует станок, установленный около 1825 г. на передовом в техническом отношении Луганском заводе,⁴⁹ построенный талантливым механиком Леонтием Изгоровым (рис. 134). Хотя детали станков стали здесь несравненно более сложными и изящными, однако сущность их устройства и действия осталась без изменений. Улучшились лишь условия труда рабочих, которые были избавлены от необходимости лежать около камней.

И. Х. Гамель в известном сочинении о Тульском оружейном заводе неоднократно останавливался на применении камней для резания металлов, что уже в то время было устарелым способом, отовсюду вытесняемым токарной обработкой. Особенно подробно Гамель говорил об этом в разделе «Обтачивание наружности стволов». Здесь он справедливо подчеркивал не только затруднительность получения изделий точно заданных размеров при обработке на камнях, но также опасность и вредность этой работы для исполнителя: «Сверх того работа сия вредна для здоровья и даже опасна для жизни, ибо пыль от точильных камней неизбежно причиняет чахотку, а точила при быстром обращении нередко разрываются на куски, которые, будучи отброшены с большою силою, могут убить точильщика».⁵⁰ Несмотря на то что опасность и вредность этого вида оборудования была правильно оценена столь давно, применение действенных мер предосторожности относится лишь к XX в.

Примерно такими же обдирочными станки остаются и до наших дней. На них по-прежнему производится обдирка литейных швов и штамповоч-

⁴⁷ Там же, стр. 484, рис. 321.

⁴⁸ Recueil de planches sur les sciences, les arts libéraux, et les arts mécaniques, avec leur explication, t. III. Paris, 1766.

⁴⁹ ЦГИАЛ, ф. 37, оп. 9, в. 687, «Об освидетельствовании особо наряженной комиссии строений и машин, возведенных в Луганском литейном заводе и подведомственных оному местам с 1829 по 1835 г.», л. 308, «Чертеж точилам о пяти камней бывши построенным при водяном колесе, состоящем при цилиндрической воздуходующей машине».

⁵⁰ И. Гамель, ук. соч., стр. 155.

ных заусенцев, а также и заточка грубых ручных режущих инструментов, преимущественно различных зубил.

В России в качестве лучших абразивов издавна пользовались песчаником, добываемым на р. Печоре. О печорских точилах и брусках встречается много упоминаний начиная с XVII в. История разработки этого месторождения, процессы изготовления кругов, брусков, оселков и т. п. подробно описаны проф. А. Черновым.⁵¹

В отделочных работах при резании металлов абразивные станки играли всегда очень важную роль; принципы их устройства и действия мало

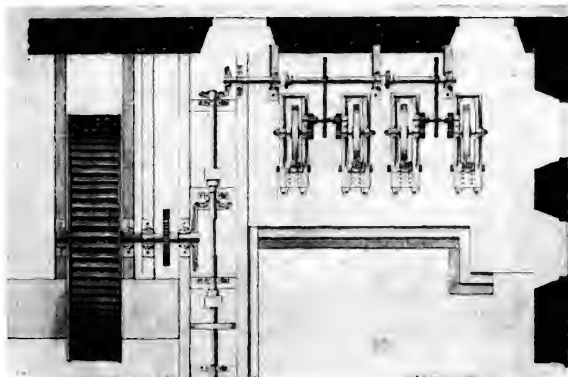


Рис. 134. Шлифовальный станок на Луганском заводе. Около 1825 г. Заводской чертеж.

менялись на протяжении веков. Шлифовочные работы применялись особенно часто при изготовлении защитного вооружения. Пример работы шлифовальных станков в этой области был приведен выше (гравюра Колерта). С постепенным отмиранием защитного вооружения основную часть шлифовальных работ составила отделка холодного (белого) оружия. В связи с ростом армий в XVIII—XIX вв. потребовалось большое количество холодного оружия и, хотя защитное вооружение перестало изготавливаться, общий объем шлифовальных работ чрезвычайно вырос.

Техника не могла еще дать высокопроизводительных шлифовальных станков, работающих с большими скоростями. Дело было не только в том, что в то время не имелось новых конструкций опор, включающих и выключающих устройств, коробок скоростей и т. п., а главным образом в том, что отсутствовали прочные абразивные материалы. Естественные камни вследствие недостаточной прочности не могли выдерживать больших скоростей,

⁵¹ А. Чернов. Разработка точильного камня на Печоре. Журн. «Комі Му», 1926, № 10, стр. 3—7.

а возможность создания искусственных камней большой прочности и с заданными абразивными свойствами была получена лишь во второй половине XIX в.

Единственным способом справиться с обязательным (по военным заказам) объемом работ было увеличение количества станков. К этому и прибегали на военных заводах в первой половине XIX в. Насколько сложным и обширным было оборудование шлифовальных цехов, особенно устройств для распределения энергии, в настоящее время трудно представить. Поэтому кажется уместным привести чертежи и описать один из таких цехов.

На рис. 135 представлены чертежи «полировочной фабрики» Златоустовского оружейного завода,⁵² которая создавалась управляющим заводом Павлом Петровичем Аносовым, замечательным металлургом и машиностроителем. Чертежи подписаны им собственноручно. Руководство проектированием и постройкой цеха полировки, осуществлявшееся Аносовым, ученым с широким кругозором, исключало возможность создания устройств, не соответствовавших уровню тогдашней техники.

«Полировочная фабрика», или, говоря современным нам языком, цех полировки, состояла из двух систем устройств, расположенных симметрично в двух половинах здания цеха. Обе системы устройств были почти одинаковы, вследствие чего можно ограничиться подробным рассмотрением лишь одной системы.

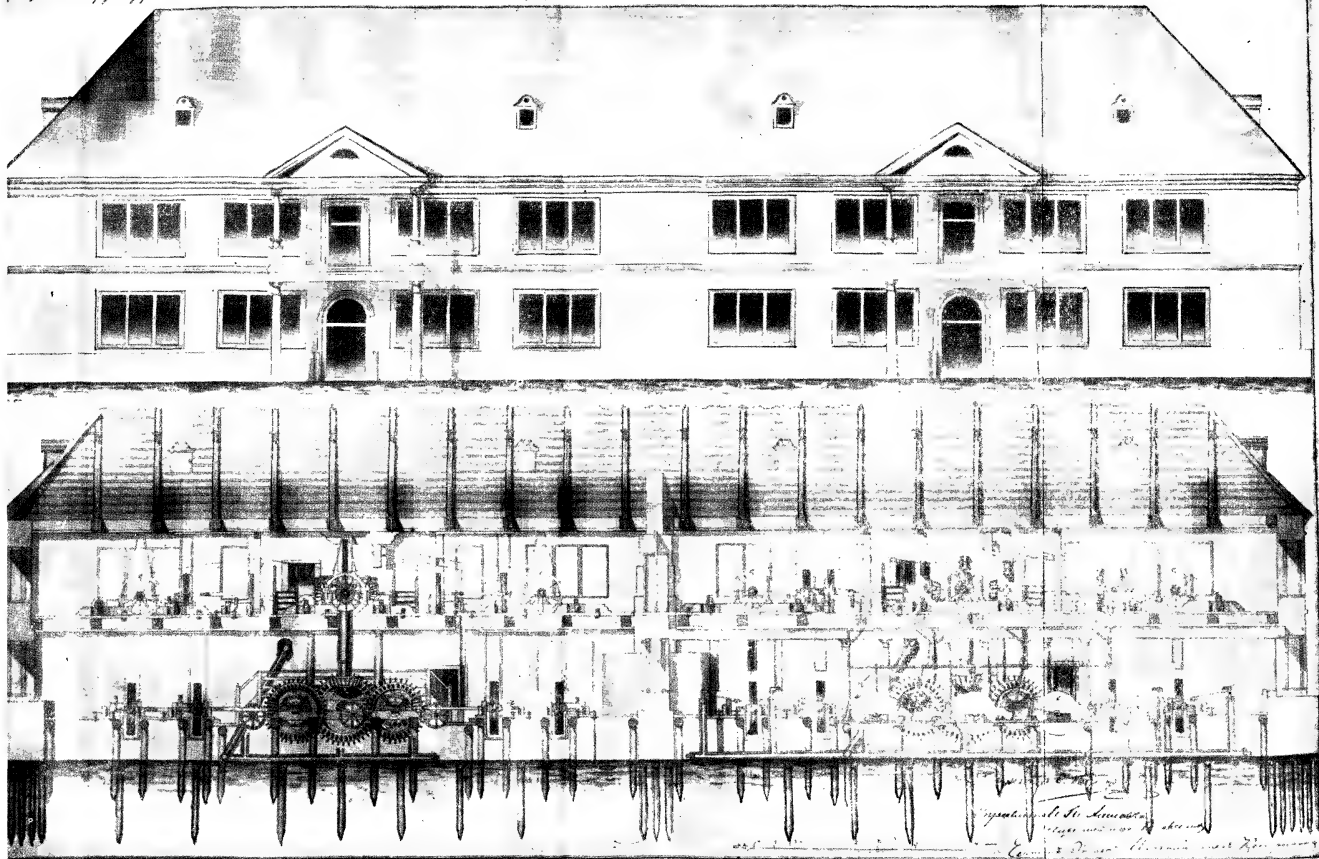
Приводом всей системы машин служило водяное колесо 1 (рис. 135, а), на одном валу с которым сидело колесо 2, имевшее два венца. Опишем систему распределения энергии в первом этаже. С одним зубчатым венцом сцеплялись два симметрично расположенных цилиндрических зубчатых колеса 3, посаженных на валы 4. На концах валов 4 сидели также двухвенечные зубчатые колеса 5. Один венец обеспечивал зацепление двух симметрично расположенных цилиндрических зубчатых колес 6, приводивших в движение вал 7 и сидевшие на нем шлифовальные камни 8. Другой венец колеса 5 был цевочным, и с ним находилось в зацеплении цевочное колесо 9, сидевшее на валу 10. На этом валу были насажены деревянные шкивы 11, приводившие с помощью гибкой (канатной) связи шкивы 12 и сидевшие с ними на одном валу шлифовальные камни 13. Описание симметричного разветвления системы передачи для краткости опускается. Таким образом, в нижнем этаже приводилось в движение три больших и восемь небольших шлифовальных камней.

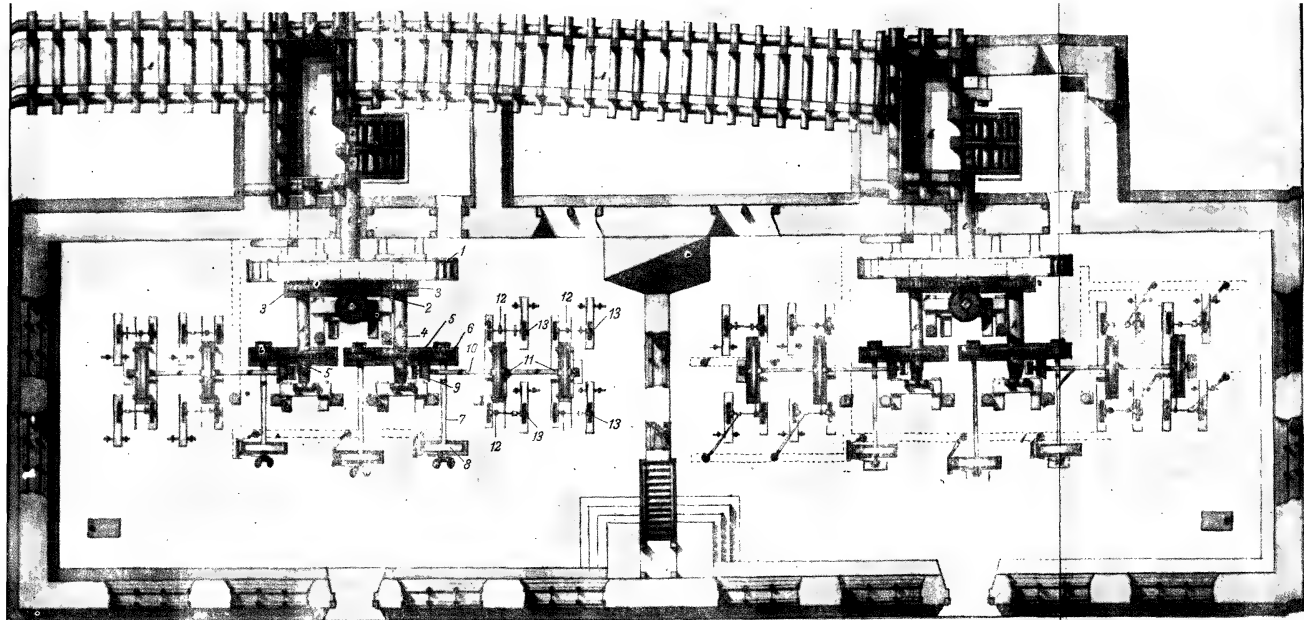
Опишем систему распределения энергии во втором этаже. Второй венец колеса 2 (рис. 135, а) был цевочным. Он находился в зацеплении с цевочным колесом 14 (рис. 135, б) вертикального вала 15, проходившего сквозь перекрытие во второй этаж. Близко к уровню пола второго этажа на валу 15 сидело цевочное колесо 16, с которым находились в зацеплении три цевочных колеса 17 (рис. 135, в), передававших энергию всем устройствам второго этажа. Цевочное колесо 17 сидело на длинном валу 18 и вращало деревянные шкивы 19. Шкивы 19 с помощью канатной передачи вращали шкивы 20 и сидевшие на одном валу с ними шлифовальные камни 21. На валу 18 сидел еще один деревянный шкив 22, который с помощью канатной передачи, поддерживаемой блоками 23, передавал энергию деревянному шкиву 24. На одном валу с шкивом 24 сидели деревянные шкивы 25, связанные канатной передачей со шкивами 26. Шкивы 26 приводили в движение сидевшие с ними на одном валу шлифовальные камни 27. Во втором этаже система приводила в движение 20 шлифовальных камней.

⁵² ЦГИАЛ, ф. 37, оп. 63, д. 287, лл. 29, 30.

Препровождая посылку.

В. И. Ленин. 1921 г.





План натуральной фабрики

1. Вспомогательная турбина, 2. Колесо С. Турбин, 3. Вспомогательная турбина, 4. Вспомогательная турбина, 5. Вспомогательная турбина, 6. Вспомогательная турбина, 7. Вспомогательная турбина, 8. Вспомогательная турбина, 9. Вспомогательная турбина, 10. Вспомогательная турбина, 11. Вспомогательная турбина, 12. Вспомогательная турбина, 13. Вспомогательная турбина.

Высота в метрах
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

[illegible]

የፍጥነት ምዕራፍ

Agave americana Marten ~~Agave americana~~

В обоих этажах одна система обеспечивала привод трех больших и двадцати восьми небольших шлифовальных камней. Две системы во всем цехе распределяли энергию шести больших и пятидесяти шести небольших шлифовальных камней. Следовательно, в цехе имелось по крайней мере 62 станочных рабочих места. Такое их количество следует признать очень значительным, и цех можно считать большим не только в масштабах Урала или России, но и в сравнении с английскими предприятиями. Необходимо также отметить прекрасное устройство здания цеха, его отличную планировку, хорошую освещенность и несомненные архитектурные достоинства.

Дальнейшее расширение столь сложной системы распределения энергии и увеличение количества станочных мест не могли разрешить проблему обеспечения исполнения отделочных работ, потребность в которых росла не только в области производства оружия, но и в других отраслях машиностроения. Единственным возможным путем решения проблемы было создание скоростных высокопроизводительных шлифовальных станков. Этому препятствовала, как уже сообщалось выше, недостаточная прочность инструментов, не позволявшая вращать их с большими скоростями. Непостоянство рабочих параметров не давало возможности установить рациональную технологическую последовательность исполнения работ: сначала более грубых, обдирочных, а затем уже отделочных. Во второй половине XIX в. началось изготовление абразивных кругов с искусственной связкой и ограничения с развития конструкций шлифовальных станков были сняты. Вскоре на шлифовальных станках начали выполнять не только отделочные, но и основные операции по обработке деталей, т. е. начали возвращаться к положению, существовавшему до широкого внедрения металлорежущих станков в первой четверти XIX в., но на совершенно ином, неизмеримо более высоком техническом уровне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

До недавнего времени казалось, что от середины XVIII до середины XIX в., когда происходила промышленная революция в основных странах Европы и в США, почти одна только Англия, общепризнанная «кузница Европы», являлась родиной металлорежущего оборудования, поставляемого всем другим странам. Это впечатление создавалось вследствие того, что история техники Англии изучена довольно основательно, поскольку в XX в. в Англии и США историей техники стали интересоваться широкие круги инженеров. В XX в. в технических журналах помещались преимущественно небольшие публикации о различных фактах из истории английского станкостроения, позволившие в конце концов накопить материал для обобщающих трудов и популярных изданий. В других странах история техники изучалась несравненно меньше и в печати не получили отражения факты, свидетельствующие о том, что переход от ручного производства к машинному повсюду сопровождался созданием новых вариантов конструкций металлорежущего оборудования.

Россия не стояла в стороне от творческого процесса создания машин. На русских машиностроительных предприятиях (заводах и арсеналах) разрабатывались конструкции новых видов металлорежущего оборудования в полном соответствии с передовыми требованиями века и подчас в оригинальном оформлении. Деятельность отечественных конструкторов не находила отражения в печати и поэтому с течением времени была забыта. По счастью, архивы сохранили материалы, позволяющие судить об интенсивной деятельности отечественных инженеров.

Большим недостатком архивных материалов является почти полное отсутствие в них биографических данных о деятелях техники. Это объясняется тем, что создателями русских станков были в основном простые люди: мелкие чиновники на казенных заводах и вольнонаемные или крепостные «приказчики» на частных предприятиях. И те и другие в глазах правящих классов занимали столь низкое положение, что их деятельности не придавали значения. Поэтому сейчас мы располагаем скудными данными лишь о некоторых отечественных машиностроителях той эпохи (А. К. Нартов, Л. Ф. Сабакин, П. Д. Захаво, Е. А. и М. Е. Черепановы), занимавших более видное положение в обществе. Имена десятков других деятелей отечественного машиностроения, создавших выдающиеся конструкции остаются неизвестными. Вследствие этого изучение истории металлорежущих станков в России является трудным, но в то же время и благодарным делом.

«Очерки по истории металлорежущих станков» представляют собой попытку дать общую картину развития этой области техники с привлечением возможно более полных материалов о России. Одновременно, насколько позволяли печатные источники, автором вносились необходимые

коррективы в сложившиеся ранее представления об истории станков на Западе, которая писалась без учета основных положений марксистской теории. Труды многих буржуазных историков станкостроения представляют собой, по существу, описание творческих достижений лишь отдельных известных машиностроителей, часто без попытки установления преемственности их изобретений, а также без указания причин, обусловивших развитие той или иной отрасли техники.

«Очерки», являясь итогом многолетней работы, все же не могут считаться исчерпывающими в смысле полноты собранного и обобщенного материала. Они представляют собой лишь этап на пути разработки полной истории металлорежущих станков, которая может быть создана в дальнейшем, после накопления значительно больших материалов о станкостроении в России и выявления их в Италии, Франции, Германии, Чехословакии и других европейских странах. Для изучения станков в начальных периодах их развития должны быть привлечены также материалы стран древней культуры, прежде всего Китая и Индии.

Изучение исторических материалов, все же значительно более обширных, чем те, которыми располагали предшествующие исследователи, дало возможность установить целый ряд новых фактов, позволивших значительно отодвинуть в глубь веков дату создания многих видов металлорежущего оборудования. Был также выявлен ряд имен деятелей техники, сконструировавших свои станки раньше, чем изобретатели, широко известные нам благодаря трудам английских и американских историков техники. Исследование полностью подтвердило положение К. Маркса о том, что ни одно изобретение XVIII в. не принадлежит какому-либо одному лицу.

Хотя материалы «Очерков» и не являются исчерпывающими, тем не менее книга дает уже довольно отчетливое представление об историческом процессе возникновения и развития металлорежущих станков. Этот процесс представлен на схеме и вкратце изложен ниже.

Прообразом всех станков явилось созданное в эпоху неолита устройство для высверливания круглых отверстий в каменных орудиях. Из этого устройства, основанного на принципе применения вращательного движения инструмента, развились постепенно абразивные станки, в которых инструмент (цилиндрический точильный камень), посаженный на вал, вращался с помощью рукоятки и обрабатывал каменные, а впоследствии и металлические предметы. По-видимому, в начале н. э. для приведения во вращение точильного камня стал применяться кривошип, связанный с педалью. Наконец, с XV в. началось применение шкива, приводившего в движение вал, на котором сидел точильный камень. Шкив элементом гибкой связи соединялся с каким-либо источником энергии, например с гидравлическим или конным приводом. В таком виде все три вида абразивных станков дожили до нашего времени. Более сложные станки появились уже во второй половине XIX в., после изобретения искусственных абразивов.

Следующей группой станков, заимствовавших без всякой переработки основной принцип первоначального устройства для получения отверстий, были станки для расчистки каналов стволов орудий, изготовлявшихся сначала (XIV в.) с помощью кузнечной сварки, а несколько позднее путем отливки. Как в первоначальное устройство для высверливания отверстий, эти металлорежущие станки имели вертикально расположенный инструмент — «сверло». Пережив несколько превращений, когда инструмент располагался то горизонтально, то вертикально, они в середине XIX в.

приобрели, наконец, устойчивые черты современных нам расточных станков. На основе принципов, положенных в основу конструкций этих станков, конструкций специальных станков для обработки ружейных стволов, а также конструкций ручных сверлильных инструментов, в начале XIX в. возникли и к середине XIX в. вполне развились современные нам универсальные сверлильные станки.

При использовании первичного устройства для высверливания отверстий было постепенно установлено, что вращение режущего инструмента при неподвижном изделии и вращение обрабатываемого предмета при неподвижном режущем инструменте давали одинаковый результат. Это открытие привело к созданию токарного станка, в котором обрабатываемый предмет вращался при возвратно-поступательном движении лучка (смычка), тетива которого была обведена вокруг изделия. Такой токарный станок появился за несколько столетий до нашей эры и был хорошо известен у египтян, греков и римлян, широко пользовавшихся токарными изделиями из древесины, кости, рога и камня в быту и использовавших эти изделия для военных и отчасти производственных нужд. В XIV в. вошел в употребление токарный станок с деревянной пружиной (очепом или луком) и педалью для перетягивания веревки, по-прежнему обведенной вокруг обрабатываемого предмета, приводившегося во вращение.

В XVI в. появился токарный станок с приемным шкивом, позволявшим вывести привод за пределы станка. В качестве движущей силы при этом использовались мускульная сила человека, конная тяга и сила падающей воды. Несколько позже, в XVII в., стали применять педальные станки с маховиками, которые позволяли обеспечивать непрерывное вращение обрабатываемого изделия в одном направлении. К тому же времени относится появление немеханизированного суппорта. Все перечисленные виды станков сохранились в кустарном производстве до наших дней (даже в странах с высокоразвитой техникой). Таким образом, новые достижения в конструировании токарных станков, связанные с расширением объема и ассортимента токарных изделий, использовавшихся в быту, не вызвали отмирания более примитивных орудий, которые продолжали применять для изготовления простых по форме предметов.

В XVI—XVIII вв. распространилась мода на токарные изделия из кости и древесины твердых пород, имевшие замысловатую форму и служившие украшениями в домах богатых людей. Для изготовления таких изделий было необходимо заставить заготовку при резании не только вращаться относительно линии центров токарного станка, но одновременно и совершать сложные движения. Предназначенные для этого станки все более усложнялись и механизировались, так что в первой четверти XVIII в. на них уже начали применять механизированные суппорты (первый известный станок с механизированным суппортом имелся в Петербурге в 1712 г. в личной токарной мастерской Петра I). Сложные токарные станки были редкостью. Когда в начале XIX в. токарные художественные изделия совсем вышли из моды, о таких станках забыли. Токарные станки этого типа почти не оказали влияния на ход превращения станка для обработки древесины в специализированный металлорежущий, предназначенный для изготовления деталей машин.

В середине XVIII в. появились токарные станки для изготовления деталей часовых механизмов, снабженные механизированным суппортом. Выдающийся машиностроитель А. К. Нартов около 1738 г. создал токарно-винторезный станок с механизированным суппортом и сменными шестернями, предназначавшийся для изготовления крупных ходовых винтов

прессов. В 1750 г. в Туле был изготовлен для Сестрорецкого оружейного завода токарно-винторезный станок с набором сменных зубчатых колес для нарезания резьбы на винтах с различным шагом. Однако еще не настало время промышленного переворота, когда возникла потребность в большом числе машин для различных отраслей производства, а также потребность в изготовлении точных и сложных деталей машин не вручную, а с помощью других машин (металлорежущих станков). Поэтому замечательные русские изобретения XVIII в. не были широко внедрены в производство и их постепенно забыли.

Для изготовления и ремонта сравнительно грубых металлических деталей существовавших в то время машин применялись токарные станки, сходные по конструкции с обычными педальными станками для обработки древесины. Станки эти не имели суппортов и других сложных устройств, но были более прочны и изготовлены уже из металла. Только на рубеже XVIII и XIX вв., когда возникла потребность в изготовлении большого количества точных однотипных деталей, Г. Модсли ввел в конструкцию обычных производственных металлорежущих токарных станков механизированный суппорт и набор сменных зубчатых колес. Вскоре к этим узлам станка были добавлены контрпривод с рабочим и холостым шкивами, а затем и зубчатый перебор. К середине XIX в. токарный станок приобрел все основные элементы современного нам устройства, конечно в оформлении, соответствовавшем техническим возможностям своего времени.

На основании фактических материалов в «Очерках» устанавливается действительное происхождение механизированного суппорта, изобретение которого иностранными исследователями приписывалось ряду видных деятелей зарубежной техники, в том числе Модсли, а советскими — А. К. Нартову. Механизация суппорта подготавливалась на протяжении столетий, в XVIII в. она была осуществлена в ряде конструктивных вариантов известными и неизвестными машиностроителями, а на рубеже XVIII и XIX вв. внедрена в машиностроительное производство.

Первенство Модсли в применении набора сменных зубчатых колес ни у кого не вызывало сомнения. Однако в действительности оказалось, что еще в 1738 г. А. К. Нартов разработал конструкцию станка со сменными шестернями, а «гранильного дела мастер» Иосиф Ботон на Тульском оружейном заводе строил такие станки в середине XVIII в.

Первыми фрезерными станками были станки, предназначенные для нарезания зубчатых колес. В них имелось два основных узла, развивавшихся сначала отдельно и независимо друг от друга. Этими узлами являлись делительное устройство и устройство для фрезерования. Самая старая делительная шайба, дошедшая до наших дней, относится к XVI в. С ее помощью производилась разметка заготовки зубчатого колеса, само же нарезание зубьев осуществлялось вручную. В XVII в. для последней операции (нарезание зубьев) часовщики стали применять специальное устройство, состоявшее из фрезы, посаженной на один валик со шкивом, приводившимся во вращение при возвратно-поступательном движении тетивы лучка, который часовщик держал в правой руке.

В конце XVII в. оба узла фрезерного станка были объединены и создан станочек для нарезания зубьев часовых колес. Таким образом, мнение, укрепившееся в литературе из-за неверных данных проф. Фельдхауза, о единичном изобретении этого станка Я. Лейпольдом, оказалось несостоятельным, тем более, что, как удалось установить, Я. Лейпольд заимствовал описание и чертежи станка из книги Н. Биона. В 1724 г. А. К. Нартов построил большой зуборезно-фрезерный станок, предназначавшийся для

изготовления зубчатых колес любых машин и механизмов, а не только часовых. Два основных узла этого станка были объединены металлической станиной. В дальнейшем, к середине XIX в., станки для фрезерования зубьев, сохранив те же основные узлы, были улучшены конструктивно и приняли тот вид, который сохранялся затем на протяжении десятилетий.

Фрезерование поверхностей грибовидной фрезой впервые описано в рукописи А. К. Нартова «Театрум Махинарум». В 1818 г. американец Илай Уитни использовал фрезерование поверхностей для нужд машиностроения, после чего оно стало быстро внедряться в производство как прогрессивный метод резания металлов. В 40-х годах XIX в. были созданы фрезерные станки, построенные на принципах, сохранявшихся затем на протяжении многих десятилетий. Как показано в «Очерках», и в данном случае неверно распространенное представление об изобретении этого вида станков единолично Уитни.

Прообразами продольно-строгальных станков были разработанные в XVII в. английскими кузнецами устройства для строгания костяных черенков ножей. В 1719 г. французский ученый де ла Гир изобрел стол,двигающийся возвратно-поступательно с помощью деревянной пружины и педали. Три варианта продольно-строгального станка показаны в рукописи А. К. Нартова «Театрум Махинарум». Француз Н. Фок применил этот станок в машиностроении, но отнюдь не был его первооткрывателем; как утверждалось в литературе. Затем, в первой половине XIX в., ряд выдающихся английских машиностроителей, а также Е. А. и М. Е. Черепановы усовершенствовали конструкцию станка и придали ему, наконец, формы, сохранявшиеся затем длительное время.

Первое описание и изображение поперечно-строгального станка с кривошипно-шатунным механизмом, предназначенного для обработки художественных изделий, помещена в рукописи А. К. Нартова «Театрум Махинарум». В первой четверти XIX в. Модсли ввел шепинг в состав оборудования своего машиностроительного завода. Его машину английские историки техники называют «отцом всех шеппингов». Это утверждение неверно, так как подобные конструкции были известны до Модсли, как выяснено в «Очерках». Станок быстро получил широкое распространение и к середине XIX в. приобрел основные черты современной нам машины.

Таковы некоторые факты, установленные в результате исследования. Конечно, дальнейшие работы в этой области вскроют новые материалы, которые позволят еще более уточнить историю создания металлорежущего оборудования. Но основное направление развития следует считать установленным, и дальнейшие исследования в этой области могут лишь уточнить и дополнить общую картину хода исторического процесса совершенствования орудий машиностроительного производства, основные закономерности которого были установлены К. Марксом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, НЕ УПОМЯНУТОЙ В ТЕКСТЕ

- Белов В. Исторический очерк Уральских горных заводов. СПб., 1896.
- Беляев О. Кабинет Петра Великого. СПб., 1800.
- Бернал Д. Наука в истории общества. М., 1956.
- Бернал Дж. Влияние экономических и технических факторов на современную науку. Вестн. АН СССР, 1958, № 1.
- Бранденбург Н. Е. Железные заводы в Тульском, Каширском и Алексинском уездах в XVII столетии. Оружейный сборник, 1875, №№ 1, 2, 4.
- Бранденбург Н. Е. Администрация оружейного дела в России в начале XVIII столетия. Оружейный сборник, 1876, № 3.
- Бранденбург Н. Е. Исторические сведения о технических органах по оружейному производству в начале XVIII столетия. Оружейный сборник, 1876, № 4.
- Бранденбург Н. Е. Сестрорецкий завод в первой половине XVIII столетия. Оружейный сборник, 1882, № 3.
- Бриткин А. С. Первые тульские строители сложных вододействующих машин. М., 1950.
- Вельяшев-Волынецов. Артиллерийские предложения. СПб., 1767.
- Голыцын Я. С. Отрывки по истории техники металлообработки в СССР. Вестн. металлопромышленности, 1937, № 4.
- Горнозаводская промышленность Урала на рубеже XVIII—XIX вв. Свердловск, 1956.
- Дмитриев. Пантографический токарный станок для выточки кривых фигур на плоскости. Горный журн., 1834, ч. IV.
- Забелин Н. Е. О металлическом производстве в России до конца XVII в. Записки имп. Археологического общества, т. 5, 1853.
- Забелин И. Е. Домашний быт русских царей в XVI и XVII ст., ч. II. М., 1915.
- Зуев Василий. Путешественные записки Василия Зуева от С.-Петербурга до Херсона в 1781 и 1782 году. СПб., 1787.
- Известие о пушечном заводе в царствование Михаила Федоровича на реке Саре. Москвитин, 1843, ч. 6.
- Каменев К. И. Историческое описание Охтенского порохового завода. СПб., 1891.
- Маркевич. Курс артиллерийского искусства. СПб., 1820.
- Наумов В. П., Козлов А. Г. От Екатеринбургской фабрики до современного завода. М. — Свердловск, 1957.
- Обточка снарядов кругами. Горный журн., 1836, ч. III.
- Озерский. О новейших механических заведениях в Лондоне. Горный журн., 1845, ч. II.
- Палаты С.-Петербургской имп. Ак. наук, библиотеки и кунсткамеры с кратким показанием всех находящихся в них художественных и натуральных вещей, с планами. СПб., 1743.
- Савельев Н. Я. Алтайские камнерезы. Барнаул, 1956.
- Савельев Н. Я. В старом Салапре. Кемерово, 1957.
- Сивков В. А. Строитель паровых машин Афанасий Вяткин. Свердловский областной краеведческий музей. Доклады на секциях музейнокраеведческого Совета. Секция историческая, Свердловск, 1957.
- Сюриейде Сен-Ремп. Мемории и записки артиллерийские. Перевод Мпниха. СПб., 1732—1733.
- Хмыров М. Д. Металлы, металлические изделия и минералы в древней России. СПб., 1875.

- Холостов П. Е. Краткий исторический очерк горнозаводского дела в Олонецком крае и обзор деятельности Александровского пудово-литейного завода в продолжение его столетнего существования (1774—1874). Петрозаводск, 1874.
- Чупин Н. Записка о горном управлении и горном промысле на Урале в царствование императора Александра I (1801—1825). Горный журн., 1878, т. I, III.
- Altmüller. Beschreibung der Werkzeugsammlung etc. Wien, 1825.
- Beck Th. Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues. Berlin, 1900.
- Bergeron L. E. Manuel du tourneur. 2-me ed., Paris, 1846.
- Blümner H. Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern. Leipzig, 1875/1877.
- Bohnberger G. E. Beiträge zur hoher Drehkunst. Nürnberg, 1795.
- Buxbaum B. Die Deutsche Werkzeugmaschinen und Werkzeugbau im 19. Jahrhundert. Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Bd 9, 1919.
- Buxbaum B. Der Amerikanische Werkzeugmaschinen — und Werkzeugbau im 18 und 19. Jahrhundert. Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Bd 10, 1920.
- Buxbaum B. Der Englische Werkzeugmaschinen — und Werkzeugbau im 18 und 19. Jahrhundert. Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Bd 11, 1921.
- Caus Salomon de. Les raisons des forces mouvantes. Frankfurt am Main, 1615.
- Clegg S. Architecture of Machinery. London, 1842.
- Cook Th. Turning Spherical Forms in Wood. Trans. Soc. Encouragement of Arts., vol. XVII, 1799.
- Dessables. Manuel du tourneur. Paris, 1827.
- Dessables. Nouveaux manuel du tourneur. Paris, 1839—1843.
- Dickinson H. W. John Wilkinson. Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Bd 3, 1911.
- Dickinson H. W. Mathew Boulton. Cambridge, 1937.
- Dickinson H. W. Joseph Bramah and his Inventions. Trans. New. Soc., vol. XXII, 1941—1942.
- Dickinson H. W. Richard Roberts. His Life and Inventions. Trans. New. Soc., vol. XXV, 1946—1947.
- Engelhard O. Aus der Entwicklungsgeschichte des Deutschen Werkzeugmaschinenbaues. Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Bd 9, 1919.
- Evans. The Young Millwright and Miller's Guide. Philadelphia, 1826.
- Explication des Modeles des Machines et Forces Mouvantes, que l'on expose a Paris dans la rue de la Harpe, vis-à-vis Saint Cosm. Paris, 1683.
- Fairbairn W. Mills and Millwork. London, 1863.
- Feldhaus F. M. Aus der Geschichte der Bohrmaschine. Die Werkzeugmaschine, 1926.
- Fischer G. Zur Entwicklung der Bohrmaschine. Zeitschrift Vereinigung Deutsche Ingenieure, Bd 86, 1942.
- Fischer H. Beiträge zur Geschichte der Werkzeugmaschinen. Bohrer und Bohrmaschinen für Holz und Metall. Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Bd 4, 1912.
- Geissler J. G. Der Drechsler. Leipzig, 1795.
- Gregory. Mechanics. London, 1806.
- Grothe H. Die Entwicklung des Maschinenwesens und grossen Ingenieure. Berlin, 1857.
- Hallens J. Werkstatt der heutigen Künste oder die neue Kunstgeschichte, Bd I—IV. Brandenburg und Leipzig, 1761, 1762, 1764, 1765.
- Hänke H. Aus der Geschichte der Zylinderbohrmaschinen. Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Bd 17, 1927.
- Hartmann C. Encyclopädisches Handbuch d. Maschinen — u. Fabrikwesens. Leipzig und Darmstadt, 1838—1839.
- Horwitz H. Die Entwicklung der Drehbewegung. Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Bd 10, 1920.
- Jonveaux E. Histoire de quatre ouvriers anglais. Paris, 1868.
- Kammerer O. Die Entwicklung der Zahnräder. Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Bd 4, 1912.
- Lea F. Ch. A Pioneer of Mechanical Engineering — sir Joseph Whitworth. London, 1946.
- Lincoln I. T. The Invention of the Slide Rest. Am. Machinist, vol. 76, 1932.
- Ludlam. The principal Properties of the Engine for Turning Ovals in Wood or Metal. . . Philosophical Trans. Royal Soc. of London, vol. LXX, 1780.

- Matschoss C. Matthew Boulton. Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Bd 1, 1909.
- Matschoss C. Ein Jahrhundert deutscher Maschinenbau. Berlin, 1919.
- Pernice E. Untersuchungen zur antiken Toreutik. Jahrbefte des Osterr. Arch. Inst., Wien, Bd 8, 1905.
- Perret J. J. L'art du coutelier. p. 1. Paris, 1771.
- Petree F. E. The Lambeth works of Maudslay Sons and Field. Engineer, vol. 157, 1934.
- Porter Ch. T. Lebenserinnerungen eines Ingenieurs. Berlin, 1912.
- Roe J. W. Eli Whitney. Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Bd 10, 1920.
- Schmidt-Weissenfels. Zwölf Drechsler. Berlin, 1822.
- Science Museum South Kensington, Machine Tools. London, 1920.
- Smith C., M. T. Gnudi. The Pirotechnia of Vanoccio Biringuccio. N. Y., 1941.
- Surirey de Saint-Remy. Memoires d'artillerie, t. 1, 2. Paris, 1707.
- Theobald W. Technik des Kunsthandwerks im zehnten Jahrhundert. Des Theophilus Presbyter Diversarum Artium Schedula. Berlin, 1933.
- Theophilus, presbiter. Schedula diversarum aktium. Wien, 1874.
- Weigel Ch. Abbildung der Gemein-Nützlichen Haupt-Stände. . . Regensburg, 1698.

Комплекты журналов

- Gill's technological Repository, vol. 1—4, London, 1827—1830; Gill's technological and microscope repository; or, discoveries and improvements in the useful arts, vol. 5—7, London, 1831—1833.
- Polytechnisches Journal, Herausgegeben von Dr. J. G. Dingler, Bd. 4, 5, 9, 11, 14—26, 29—34, 36—38, 41, 42, 45—48, Stuttgart, 1821—1833.
- Transactions of the Society instituted at London for the encouragement of arts, manufactures and commerce, vol. 1—57, London, 1783—1851.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ, ПРИНЯТЫХ В КНИГЕ

Архив АИМ	— Архив Артиллерийского исторического музея
ГИАСО	— Государственный исторический архив Свердловской области
НТФ ГИАСО	— Нижне-Тагильский филиал Государственного исторического архива Свердловской области
ПСЗ	— Полное собрание законов Российской империи
ЦГАВМФ	— Центральный государственный архив военно-морского флота
ЦГАДА	— Центральный государственный архив древних актов
ЦГИАЛ	— Центральный государственный исторический архив в Ленинграде

ПРИЛОЖЕНИЕ

... ТЕАТРУМ МАХИНАРУМ *
ТО ЕСТЬ
ЯСНОЕ ЗРЕЛИЩЕ МАХИН...
СОЧИНЕНА ТЩАНИЕМ И ТРУДАМИ...
АНДРЕЯ НАРТОВА... **

Часть первая

КАКИМ ОБРАЗОМ ИДЕИ МЕХАНИЧЕСКОГО ИСКУССТВА
ПРЕОБРАЖАЕМЫ БЫТЬ МОГУТ

Глава первая

В КОТОРОЙ ПОКАЗЫВАЕТСЯ ВСТУПЛЕНИЕ В МЕХАНИЧЕСКУЮ НАУКУ И
О ДВОЙКОМ СПОСОБЕ ПОНЯТИЯ

§ 1

Человеческое понятие двойким образом в мысли определяется, Теориею и Практикою, или самым опытом. Во первых Теория учит, как надлежит делать справедливыя Механическия демонстрации, выводить по правилам аккуратное число мелкотрущих скрупулов, вычитать тягость равномернаго перевеса, исследует точно движение тел, приводя под исчисление движимую силу, и измеривая геометрическими правилами все линии движения точно.

* Государственная публичная библиотека им. М. Е. Салтыкова-Щедрина, Отдел рукописей, ф. Эрмитажный, № 160.

Опущена часть длинного заглавия рукописи, обычного в сочинениях XVIII в. Сведения о происхождении и значении рукописи см. выше, стр. 45—56, 65—81.

** Опущено посвящение, подписанное Андреем Андреевичем Нартовым, сыном А. К. Нартова, преподнесшим, после смерти отца, рукопись Екатерине II. Затем опущено «Предисловие от автора любознательному читателю», в котором делается попытка изложить историю токарного искусства. Оно было написано под сильным влиянием труда Полидора Виргилия Урбинского, изданного впервые в 1517 г., переведенного на русский язык и опубликованного в СПб. в 1720 г. под названием «Осьм книг о изобретателех вещей».

Виргилий Урбинский, один из ранних историков техники, почти не располагал фактическими материалами, отсутствовавшими тогда в науке, и писал, руководствуясь религиозной литературой и, отчасти, трудами авторов классической древности. Поэтому, ни книга Виргилия Урбинского, ни «Предисловие» Нартова не имеют значения для действительной истории станков.

Большую ценность для истории машиностроения имеют три первых главы рукописи, которые здесь публикуются. За ними в рукописи следуют главы, посвященные описаниям конструкций отдельных станков, представленных на чертежах рукописи. Важнейшие из этих станков описаны выше в соответствующих главах данной книги. Поэтому их описания, сделанные А. К. Нартовым, в «Приложении» опущены.

§ 2

Понеже сверх вышписаннаго Теоретическое искусство требует весьма тонкаго и быстрого ума, особливо когда вымышляются проэскты, то при вымышлениях и обретеннях оных надлежит крайне стараться, дабы избежать напраснаго труда и великаго иждивения в произведении их самым делом.

§ 3

Практика показывает совершенно на деле то, о чем мы теориею доходя понятие уже получили. Она производит в машинах движение и опытом самым Теоретическую правду удостоверяет. Сюда надлежат все Механические проблемы, которыя мы на деле моделями исследуем.

§ 4

Теоретическия проэскты в различных видах представляемы быть могут, которыя мы испытуя практикою выбираем из оных способные члены и сочиняем часто из разных частей единой корпус. Того ради и инструменты, употребляемые при экспериментальной практике весьма исправны быть должны, дабы в пропорциях и конструкциях ошибки избежать можно было.

§ 5

Всю важную матерію, о которой в Механической науке рассуждается, составляет едина токмо сила, которая может быть Скорая и Тихая. Разность действия обоих оных сил по большей части в том состоит, что в случае равновесия центра на вертикальной линее тихость одной быстроту другой перемогает, и гораздо более оказать себя может та, нежели она, токмо в уравнение их привести отнюдь не возможно. При сем примечать должно: первое, чтоб Механические инструменты на своих местах стояли неподвижно; второе, как одна сила на другую действует, и от плотнаго тиснения тяжкая фрикція происходит, которою нарочито уменьшается текущая сила.

§ 6

Сила паки двояко разделяется, на Мертвую и Живую. Сила мертвая или неподвижная называется та, которая тягость в равновесии содержать может. Ежели такая мертвая сила сыскана будет, и ко оной хотя малое нечто прибавится, то она тотчас движение примет и переменится в противную движущуюся силу, называемую живою. Равновесие тогда называется, когда сила и тяжесть машины в таком состоянии находятся, что одна другую не может привести в движение, так что в неподвижном стоянии содержится. Вообще все машины разделяются на Простыя и Сложныя, из которых простых хотя и весьма не много, однако оне при всех сложных случаются.

§ 7

Машин, которыя из простых слагаются, великое множество находится. За сложныя надлежит почитать, например, всякие мельницы, от воздушной силы, и Гидравлическия помощью воды движение имеющія, и другія от разных сил действующія машины. Сие довольно усмотреть можно будет из последующих во второй части описаней, по которым явствует, что такія

машины составляются из собрания некоторого числа простых машин, которые называются одинакия, то есть несложныя машины, а числом их токмо шесть имеем.

Глава вторая

О ТОМ, ЧТО ПРИМЕЧАТЬ НАДЛЕЖИТ О ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ДЕЛАХ ВООБЩЕ
В МАШИНАХ УПОТРЕБЛЯЕМЫХ

§ 8

Для прямого употребления железных валов и протчих, к персональным машинам принадлежащих членов, необходимо потребно знать в Практической Механике следующее, а именно: прежде начинают заваривать кругом железных сердешников, которые употребляют вдоль параллельно внутри машинных валов. На тех же валах, близ первых концов, приделывают к ним осмиугольные и пустые внутри выгнутая формы для постановления во оных токарных фигур. После сего вкладывают такие валы в токарную машину, в которой, укрепя железными винтами, просверливают насквозь; и вставляют в то место медныя футулки для употребления коловертящих сил машинных, которые становят вертикально на остроконечные центры в токарную машину, и так те валы гладко отачивают сверх их периферии, подставляя токарные резцы. Наконец, в той же машине мелкотолченым наждаком оные полируют и чистое лице наводят.

§ 9

Равным же почти образом и при овалистых машинах употребляемые валы делаются, выключая токмо сию отмену, что при первых концах сверху наваривают на них для легкости обращения стальные конусовые наконешники, на которых затачивают крупные винты, а после того их для крепости закаливают. Также и на других концах затачивают пукловатые конусы для постановления подвижного баланса, которые в токарных машинах в пристойных местах обыкновенно утверждаются бывают.

§ 10

Манеры, каковыми надлежит делать солидные валы, потребныя для движения токарных машин, представляются здесь в следующем порядке: Первые валы делаются осмиугольные, а концы у них обливают крепким металлом, и при оных затачивают крупные и мелкие винты для присатки разных токарных фигур; вторые валы бывают шестиугольные для розовых фигур; третьи валы делаются пятиугольные для вытачивания внецентральных фигур; четвертые валы квадратные для отачивания круглых фигур; пятые валы круглые для затачивания разных винтов, у которых на задних концах медныя формы поставлены, на коих нарезаны разные винты, и оные укрепляются в деревянных формах для движения вдоль параллельно.

§ 11

Что надлежит до делания железных шпилей или веретен, то оные делаются подобно как машинные валы, кроме одной токмо пропорции, потому что оная весьма тоне бывает, нежели какая в делании машинных валов наблюдается. Сверх того, у них близ концов затачивают круглыя шейки,

которыми вставляют их в металлические подушки, да к ним же привертывают к некоторым концам зубчатые колеса и шестерни, а на иных шпильках становятся на середине или при концах с треугольными пазами прорезные насквозь разной пропорции большие и малые колеса, которые закрепляют в пристойных местах крутовыми винтами или также и плоскими чеками. К прочим же шпилькам коленчатые ключи с круглыми рукоятками приделывают для машинного движения.

§ 12

Колеса и шестерни состоят в разной пропорции, а куют в окружности оных плоскато, и в середине вставляют крестообразные пальца для способности и облегчения машинного действия. Сверх сего приделывают еще вылитые против деревянных моделей медные колеса, которые сперва в железных тисках обтирают пилами, а потом, поставя в токарную машину, отачивают токарными резцами кругом всей периферии, после чего полируют мелким наждаком. Наконец, должно как на колесах, так и на всех шестернях насквозь прорезывать небольшим на зубренным колесцом, поставя в коловертящуюся машину, а сие служит для легкости и поспешности в поворотах.

§ 13

Железные инструментальные шурупы разных родов, а именно: первые делаются резыванием на поверхности оных крутоострых струй; вторые шурупы завинчивают вьюноватым винтом с плоскими пазами; третьи безконечные винты завивают кругом жолобоватыми пазами. К оным приделывают также шестерни с коственными зубцами, для сильного и упругого машинного движения и действия.

§ 14

Железные стативы или подрушники делают разными обрасцами. Они имеют подобие труб и заваривают их также, как и машинные валы; а сила действия оных стативов состоит в том, что в них влагаются круглые цилиндры с зажимными клещами, помощью которых укрепляют в руке токарные резцы проемными сквозь ключами. К сим же стативам с низу приделывают параллельные планы с пронытыми насквозь пазами, в кои с верху винты проходят, на которые с низу наворачиваются для закрепы баранчатые гайки. К правой стороне в помянутых планах врезаны вниз прямо безконечные винты с плоскими концами, которыми поднимают в верх круглые цилиндры, стоящие вертикально с разъемными клещами, и таким способом как оные цилиндры, так и клещи на поверхности стативного горизонта свободно движутся на все стороны, а со сторон кожухов стативных запираются внутри острыми винтами. В клещах закладываются остроконечные резцы для точения разных токарных фигур. При сем что о сих стативах генерально здесь объявлено, тож примечать надлежит и о других, выключая токмо некоторые отменные случаи.

§ 15

Железные балансы или шатающиеся параллельные рамы, в разных машинах приличным образом употребляемая, сплочивают в проемные пазы и свертывают винтами. Сверх того приделывают к ним разъемные

из меди вылиты подушки, которые просверливают насквозь, и потом вставляют в верхние балансовые концы в проемные раскёпы и во оных раскёпах закрепляют зацепными ключами. Сии подушки одну с другою свертывают крутоватыми винтами, какими машинные валы запираются. И тако оные балансы или просто шатуны поставляются в проемные шернеры по средине машинных педесталов, и в тех шернерах по обе стороны подвижной центральной оси свертывают плоскими винтами. Равным же почти образом и деревянные балансы делаются. Надлежит из разных брусков составить параллельную раму, которую потом завернуть в резные пазы железными винтами. С боков балансовых концов на поверхности оных поставлены плоские железные станины, в которых вложены металлические разъемные подушки для постановления в них машинных валов: да на тех же балансах в нижних, прямое положение имеющих, осях закреплены в концах железные кругловатые пяты остроконечными винтами, которыми вставляют в медные запрудные подушки.

§ 16

Стальные пружины делаются разными обрасцами. Оные обыкновенно выковывают из чистой стали в длину параллельно, и протягивают сквозь стальные валы: при том завивают их круто, на подобие спиральных линий, около кругом железного шпилья. Другаго рода пружины, которые Коленчатыми называются, вытягивают по параллельной лишее, и потом оныя с немалым искусством закаливают: при чем надлежит всячески того остерегаться, дабы в тех пружинах слабости не было, от которой крайняя неспособность в упругом машинном движении происходит.

§ 17

Для дела железных копров выковывают кривоватые копровые станины с квадратными окнами, в которые вставляют квадратные параллельные бруски, и оные свертывают винтами, также и при нижних концах тех копровых станин со всех сторон завинчивают круглые винты для укрепления машинных копров. Сверх сего, на тех же концах приделывают квадратные гайки, которыми привертывают оные копры с низу кривоватым ключем к машинным педесталам. На поверхности копров с двух плосковатых сторон в имеющиеся проемные параллельные пазы вкладывают упругие медные подушки с раскёпами, в которых вставляют с колесами круглые шпильи. Потом сквозь копры пронимают винты с плоскими концами до помянутых медных подушек для натуги ослабших веревок, кои нарочно употребляются для упругаго машиннаго движения.

§ 18

Искусство, как надлежит делать токарные резцы, свойственно пригодные к персональным машинам, состоит в следующем, а именно: делают их плосковатыми брусками, и первые концы к левой стороне зарезывают острыми углами. Иные резцы бывают плосковатые вдоль параллельно, и вытирают на них пилами острые концы, а употребляются оные к овалистым машинам и в других пристойных случаях.

§ 19

Напоследок надлежит здесь упомянуть и о стальных пилах, которые делаются разными обрасцами. Сперва отачивают оные на крупных точилах, а после того назубривают на них разные зубцы в особливой для того устроенной машине, о которой в своем месте показано будет, и закаливают в железных ящиках, пересыпая некоторым секретом, а ящики притом вокруг смазывают микстурным составом, и потом разжигают до известного градуса, и опускают в растворенной секрет, от чего все слесарные пилы остры бывают.

Глава третья

О том, что надлежит примечать около литейного и столярного искусств

§ 20

В предыдущей главе изъяснили мы отчасти, как надлежит порядочно производить кузнечные работы, в рассуждении машинных членов, яковалов, и колес, и протчаго; теперь следует объявить, каким образом надлежит делать всякие модели для литья из металла разных к машинному действию потребных штук и фигур. Первые позитурные модели вылепляют из чистой глины, а прочия вырезают из дерева; втория портретные модели и исторические куншты вылепляют из красного воску; третьи модели вычеканивают на тонкой меди; четвертыя деревянные модели вытачивают разными обрасцами в токарных машинах; пятые модели делают помощию столярного искусства.

§ 21

Все вышеписанные модели сперва заформовывают микстурною глиною, и по вынятии моделей укрепляют те глиняныя формы железными связями; потом, чтоб оные весьма высохли, ставят против литейной печи; а когда сии формы надлежащим образом высохнут, то вливают в них расплавленной металл, и после того, их разбивши, вынимают вылитыя фигуры, которые расчищают чеканным искусством, а некоторые отачивают резцами в токарных машинах. Иныя фигуры острыми пилами обтирают, и в пристойных местах механическими инструментами просверливают окна. После сего разными составами их полируют и светлое лице наводят.

§ 22

Что касается до столярного искусства, то впервых покажем, как делаются машинные педесталы. Приготовляются сперва квадратные бруски, из которых на одних зарезать должно плоские шипы, а на других против тех шипов продолбить сквозныя квадратныя же пазы для постановления в них машинных станин. Потом для утверждения оных свертывают железными винтами, проходящими в те станины, на которых вырезаны пукловатые караштыны. Сии станины поставить должно в верх прямо по отвесу, а поверх того ватерпаснаго горизонта на иныя наложить вдоль параллельныя карнизныя доски, и привернуть купно с станинами к машинным педесталам железными винтами. После того начинают вырезать оброчныя фигуры. По сему примеру таковыя ж педесталы делаются и к токарным протчим машинам и для неподвижнаго стояния привинчивают их железными винтами.

§ 23

При некоторых токарных машинах приделывают квадратные пилястры, также круглые столбы, кои становят на машинные педесталы вертикально, и сверх капителей тех столбов прорезывают сквозь проемные уши, в средину которых вставляют железные шпиль с выгибными перевесами и завертывают винтами. На сем горизонтальном положении по той линии, которая больше к левой стороне склонна, на одном перевесном конце пришивают свинцовую гирю, которою бы тянуло оной вниз, а от другога конца перевеса протягивают тонкую закрученную веревку сквозь педестал и, обернув оную в два раза около машиннаго вала, зацепляют овалистым кляпом за движимую подношку для машиннаго движения.

§ 24

Из крепких дерев, например, из кизилиа или пальмы вытачивают разные, нужные к токарным машинам, формы, в которых становят костяные и прочие штуки, и из оных вытачивают сосуды, коробки и другия сим подобныя вещи. Сии же самыя деревья годны и к другим надобностям, а именно делают из них черенки к токарным резцам, к пилам огрaбeнныя руковытки, так же круглыя киянки или деревянныя молотки, которые служат для заколачивания разных фигур в формы, кои укрепляются в токарных машинах, такожде и для долбления проемных пазов в столярном искусстве, дабы у долот черенъе не так скоро, как бы из другога слабкаго дерева, разбивались.

§ 25

Обрабатываемыя большия колеса для движения машин учреждаются так, что ко иным притачивают центровыя ступицы, а в ступицы вставляют кругом круглыя спицы, которыя прямо в колесной обод укрепляют, и с обеих сторон свертывают железными винтами. Потом сверх периферии протачивают на них треугольныя пазы, в которые вкладывают строщеныя веревки и оными зацепляют за машинные круги. К сим же колесам приделывают еще центровыя железныя оси, а вставляют их в средину колесных ступиц с коленчатыми ключами, приправленными к разъемным станинам.

СЛОВАРЬ СТАРИННЫХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕРМИНОВ ¹

апликеровальный цех — сборочный цех.

1-я четв. XIX в.

баклуша — деревянная заготовка для токарной обработки; в том случае, если она была коротка, у нее оставлялся (или к ней приделывался) длинный хвостовик. Нач. XVIII в.

балда — кувалда. 3-я четв. XVII в.

баранчатая гайка — гайка с барашком. Серед. XVIII в.

баут, боут — болт. Нач. XVIII в.

белить, отбелить, обелить (ствол ружейный) — выполнить последнюю, окончательную отделку наружной поверхности ружейного ствола. Нач. XVIII в.

болеан — токарная заготовка. Нач. XVIII в.

бурав — сверло. Серед. XVII в.

векша — блок. 2-я четв. XVII в.

векша — патрон для закрепления изделия к шпинделю. Нач. XVIII в.

векша — разъемный шкив, надевавшийся на деталь, зажатую между центрами токарного станка; вокруг векши обводила веревка, соединенная с педалью и очемом (см.); векша применялась при обточке деталей, вокруг которых неудобно было обводить приводную веревку, например при обточке металлических валов. Нач. XVIII в.

веревки саровые — просмоленные веревки, применявшиеся в качестве элемента гибкой связи. 3-я четв. XVII в.

веревки спирноватые, крутоватые — элементы гибкой связи в виде шнуров. 2-я четв. XVIII в.

верейка — рейка. Нач. XIX в.

веретено — цилиндрический стержень или цилиндрическая часть стержня иного сечения. Нач. XVIII в.

вертел, верта — вал, борштанга. Нач. XVIII в.

вертеть — сверлить, растачивать. 3-я четв. XVII в.

вертикально-строгальный станок — долбежный станок. 2-я четв. XIX в.

винт женской — гайка. Нач. XVIII в.

винт крутоватой — винт с треугольной парезкой. 2-я четв. XVIII в.

винт мужской — винт. Нач. XVIII в.

винт плоской — винт с прямоугольной парезкой. 2-я четв. XVIII в.

вкладыш — вкладыш подшипника. Нач. XIX в.

воблая пила — пила слесарная с округленными ребрами. Нач. XVIII в.

возрост — рост (человека); выражение употреблялось в связи с определением высоты центров токарного станка над уровнем пола. Нач. XVIII в.

вопра — стружка металлическая. Нач. XVIII в.

вцемялять — закреплять. 1-я четв. XIX в.

выюшка — катушка, служившая для крепления шнура к тетиве лука токарного станка. 2-я четв. XVIII в.

головка — штурвал. 1-я четв. XIX в.

гребень, резец женской — резец для нарезания винта. Нач. XVIII в.

гребень, резец мужской — резец, загнутый на конце под прямым углом к державке; предназначался для нарезания гаек. Нач. XVIII в.

движимой баланс — маховик. 2-я четв. XVIII в.

держалка — суппорт. 2-я четв. XVIII в.

долога — ручей. Нач. XIX в.

долото — резец токарный. Нач. XVIII в.

дом литейный — литейных цех. Нач. XIX в.

доски железные — пластины, из которых сваривались ружейные стволы. Нач. XVIII в.; в более ранний период (до XVIII в.) — пластины, из которых изготовлялись части доспехов («латные доски»).

дража — вибрации. Нач. XVIII в.

дрязга — стружка металлическая. Нач. XVIII в.

емериль — наждак. Нач. XVIII в.

жагры — фитильные замки ручного огнестрельного оружия. Серед. XVII в.

железо красное — булат, дамаскская сталь. 3-я четв. XVII в.

¹ Термины датированы в соответствии с наиболее ранними документами, в которых они впервые были обнаружены.

железо свицкое — привезенное из Швеции.

3-я четв. XVII в.

жерновка — фреза. 1-я четв. XIX в.

жилье («вертелный анбар о трех жильях») — этаж. Нач. XVIII в.

завод — завод, а также и какое-либо отдельное устройство, агрегат. Нач. XIX в.

замки шкочкие — замки оружейные шотландские, т. е. кремневые. Конец XVII в.

зубчатая полоса — зубчатая рейка. Нач. XIX в.

иготь — ступа. Серед. XVIII в.

караштын выгнутой — кронштейн. 2-я четв. XVIII в.

ключ коленчатой — коленчатая рукоятка. 2-я четв. XVIII в.

клявьишюк — стерженек, предотвращавший прохождение чего-либо через отверстие, чека. 2-я четв. XVIII в.

колесо навзбуренное — фреза. Серед. XVIII в.

колода — бабка токарного станка. Нач. XVIII в.

копер — стойка. 2-я четв. XVIII в.

коробка — суппорт. 1-я четв. XIX в.

корыто станка — верхняя часть станины вместе с направляющими. Нач. XIX в.

костенная линия — косая линия. 2-я четв. XVIII в.

кропкость (металла) — хрупкость. Нач. XIX в.

круговращающаяся сверлильная машина — радиальный сверлильный станок. 2-я четв. XIX в.

крюк — храповик. Нач. XVIII в.

крючок, *крюк* — резец, предназначенный для работы на станке без суппорта, но с поддержкой; крючок имел колено, которое упиралось в поддержку. Нач. XVIII в.

лисички — зажимы различной конструкции. 1-я четв. XIX в.

лук, *лучок* — деревянная пружина педаляного токарного станка, имевшая форму лука с тетивой и крепившаяся за середину к потолку или стойке. Нач. XVIII в.

матка — заготовка. 1-я полов. XIX в.

матюшник — матрица штампа. 1-я четв. XVIII в.

машина — машина, механизм и более сложный ручной инструмент. Серед. XVIII в.

машина сухая — конный привод. Серед. XVIII в.

мельница — производство, имеющее водяной, ветряной или конный привод; к слову «мельница» давалось определяющее слово, например «стволная мельница». Серед. XVII в.

механические станки — металлорежущие станки. 2-я четв. XIX в.

молотник — молотобоец. Нач. XVIII в.

муфта ходовая для удержания действия — включающая кулачковая муфта токарного станка. 1-я четв. XIX в.

мячик — метчик. Нач. XIX в.

напарь — сверло, бурав. Серед. XVII в.

обрабатывать вдруг — обрабатывать одновременно, например: «обрабатывать два ствола вдруг». Нач. XVIII в.

обронное дело — чеканка и другие способы получения высоких рельефов на металле (кроме литья). 1-я четв. XVIII в.

обтирка — обработка снаружи с помощью абразивов или напильников. 3-я четв. XVII в.

остолоп — высокий пенёк, оставшийся при спиливании дерева на уровне груди человека; березовые остолопы использовались для заготовок чап большого диаметра. Нач. XVIII в.

очеп — деревянная пружина педаляного токарного станка, имеющая вид длинной четырехгранной пирамиды; крепилась утолщенным концом к стене или стойке. Нач. XVIII в.

палерной круг — полировальный круг. Нач. XIX в.

патрон персональной — копир с изображением человека («персоны»). 2-я четв. XVIII в.

перспективной чертеж — изображение в аксонометрической проекции. 2-я четв. XVIII в.

печатной стан — пресс для тиснения монет, медалей, табакерок и т. п. 1-я четв. XVIII в.

план параллельной — направляющие станины, а также салазки индивидуального ручного привода с маховым колесом. 2-я четв. XVIII в.

плоскошиловатой пункт — копировальный палец без ролика. 2-я четв. XVIII в.

подвижение — подача продольная. Нач. XVIII в.

подушка — подшипник, иногда только его корпус. 2-я четв. XVIII в.

подушка металлоая проемная — разъемный подшипник, который можно перемещать в пазах стоек станка (с помощью винта) для регулирования натяжения ремня. 2-я четв. XVIII в.

подшипник — подшипник. 2-я четв. XVIII в.

полудиаметровый — полукруглый. 2-я четв. XVIII в.

полупоперешник — радиус. 2-я четв. XVIII в.

придвижение — подача поперечная. Нач. XVIII в.

притис — прижимная планка. 1-я четв. XIX в.

против размера — того же размера. 2-я четв. XVIII в.

пукловатая фигура — выпуклое изображение. 2-я четв. XVIII в.

пукловатое колесо — колесо малого диаметра с волнистым ободом. 2-я четв. XVIII в.

пукловатой резец — грибовидная фреза. 2-я четв. XVIII в.

пьяльцы — спицы (зубчатого колеса, махового колеса, шкива). 2-я четв. XVIII в.

рама со змейкой — зубчатая рейка. 1-я четв. XIX в.

раскел — раздвоение, разветвление, развилка. 2-я четв. XVIII в.

растирать — распиливать на пластины. Нач. XVIII в.

рэзной станок — станок, предназначенный для перерезывания обрабатываемой детали в плоскости, перпендикулярной ее длинной оси; обычно станок для отрезания литейной прибыли. Нач. XIX в.

резбк — резец. Нач. XIX в.

репей — часть механизма подачи, а именно насаженное на вал колесо с гнездами для переставного рычага с грузом. Нач. XIX в.

розы — сложные узоры, наносившиеся с помощью токарных станков на поверхности обрабатываемых предметов с целью их украшения. Серед. XVIII в.

ручей — шпоночная канавка. Нач. XIX в.

сало квашенное — снятое со студня из непищевого мяса непищевое сало, применявшееся для смазки машин. 1-я четв. XIX в.

самоточка — токарный станок с механизированным суппортом; иногда только механизированный суппорт. 1-я четв. XIX в.

свайка — болт, вставлявшийся в отверстие на опорной доске токарного станка, чтобы опирать на него резец, для предотвращения перемещений вдоль станины. 3-я четв. XVII в.

сверлак — сверло, крупное сверло или борштанга. 3-я четв. XVII в.

сверильный стан — сверлильный или расточный станок. 3-я четв. XVII в.

смыгальные пилы — шустовальные пилы, см. ниже «шустование». Нач. XVIII в.

снасть — станок, иногда вместе с приводом и комплектом инструментов и приспособлений; бабка токарного станка. 3-я четв. XVII в.

соединительная коробка — патрон. Нач. XIX в.

сбля, сбли — множественное число от слова «сопло» (мехов). Нач. XVIII в.

станок — станок (токарный), а также деревянное ружейное или пистолетное ложе; бабка токарного станка. 3-я четв. XVII в.

станочный мастер — столяр, изготавливавший ружейные и пистолетные ложа. 3-я четв. XVII в.

ствол красной — ствол, изготовленный из булатной стали. 3-я четв. XVII в.

стержень станочной — центр бабки токарного станка. Нач. XVIII в.

сторона наличная — лицевая сторона. 2-я четв. XVIII в.

струя — след резца, риска. 2-я четв. XVIII в.

суптельная работа — нежная, хрупкая, мелкая, точная, тщательная работа. 2-я четв. XVIII в.

табеля — табакерка (весьма часто встречавшееся токарное изделие). Нач. XVIII в.

тетива — тетива лука педального токарного станка. Нач. XVIII в.

тетива — шнур, элемент гибкой связи. Нач. XVIII в.

тиски — бабки с разъемными хомутами, позволявшие обтачивать деталь на токарных станках без зажатия ее в центрах. 3-я четв. XVII в.

точило — абразивный круг, абразивный станок. 3-я четв. XVII в.

точка — торцевая фреза. 1-я четв. XIX в.

трещотка — кроме обычного значения, также щуп-кошка. Нач. XIX в.

трубка — токарный резец с сечением в виде сегмента. 3-я четв. XVII в.

фабрика — цех, мастерская, отдел, иногда отдельный предмет оборудования. 3-я четв. XVIII в.

циркумференция — окружность. 1-я четв. XVIII в.

часть завода искусственная — оборудование завода. 1-я четв. XIX в.

четверти чугунные — направляющие станины. 1-я четв. XIX в.

шарошечный станок — фрезерный станок. 1-я четв. XIX в.

шарошка — фреза. 1-я четв. XIX в.

шест — борштанга. Нач. XIX в.

шестерня движимая — ведущая зубчатое колесо. 1-я четв. XIX в.

шестерня долгая — широкое цилиндрическое зубчатое колесо. 1-я четв. XIX в.

шестерня крончатая — коническое зубчатое колесо. 1-я четв. XIX в.

шило — кернер. Нач. XVIII в.

шипкарное (шипкарское) дело — производство гвоздей. 1-я четв. XVIII в.

шипль — центр (токарного станка). Нач. XVIII в.

шипль — вертикальный вал. Нач. XVIII в.

шустование (шустание) — обработка ружейных стволов изнутри с помощью специальных напильников, прикрепленных к длинному стержню, имеющему возвратно-поступательное движение. Нач. XIX в.

щела — металлическая стружка большого сечения. Нач. XIX в.

яблоко — шаровой шарнир. Нач. XIX в.

яблочная пила — напильник, насеченный на шарообразной поверхности, служивший для обработки сфероидальных впадин. 2-я четв. XVIII в.

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ *

- Автаномов Артемий, токарь Оружейной палаты, серед. XVII в. — 23.
- Аносов Павел Петрович (1797—1851), металлург и машиностроитель — 256.
- Батищев Яков Трофимович, станкостроитель начала XVIII в. — 5, 6, 183, 185, 186, 187, 188.
- Бетанкур Августин Августинович (1758—1824), строитель и машиностроитель, в частности проектировал металло-режущее оборудование Казанского арсенала — 146.
- Берд Карл Николаевич (ум. в 1843), машиностроитель, владелец машиностроительного завода в Петербурге — 114.
- Берд Франц Карлович (1802—1864), машиностроитель, владелец машиностроительного завода в Петербурге, сын К. Н. Берда — 249.
- Бержерон Л.-Е. (Bergeron L.-E.) псевдоним Луи Исаака Саливе (1737—1805), французский литератор и юрист, механик-любитель, владелец мастерской по изготовлению токарных станков — 5, 65.
- Бессон Жак (Besson) профессор математики в Орлеане (с 1569), деятель техники, работавший над созданием сложных токарных станков — 17, 18, 19, 41.
- Бион Никола (Bion, ум. в 1733), французский космограф, приборостроитель и станкостроитель — 205—207, 210, 213, 262.
- Бирингуччо (Biringuccio, 1480—1539), итальянский машиностроитель — 136, 137.
- Болтон Метью (Bolton, 1728—1809), английский механик, владелец машиностроительного завода, сотрудничал с Уаттом — 32, 164.
- Ботон Иосиф (ум. в 1779), механик, построил токарно-винторезный станок с набором сменных зубчатых колес в Туле (1750) — 56, 57, 262.
- Брама Джозеф (Bramah, 1749—1814), английский механик — 6, 62, 84, 87, 89, 91.
- Брюнель Марк Изамбар (Brunel, 1769—1849), французский машиностроитель, работал в США, в начале XIX в. натурализовался в Англии — 84.
- Валбольский, Пикита Матвеевич, князь (1666—1731), руководил постройкой Тульского оружейного завода (в 1715—1721) — 187.
- Вилкинсон Джон (Wilkinson, 1728—1808), английский механик — 163—165, 172, 181.
- Витворт Джозеф (Witworth, 1803—1887), английский машиностроитель и предприниматель — 6, 91.
- Гамель Иосиф Христианович (1788—1862), академик, специалист по технологии машиностроения и других областей техники — 113—116, 190—192, 223, 224, 254.
- Гаскойн Карл Карлович (ум. в 1807), шотландец, переехал в Россию и принял подданство (в 1786), директор Олонецких заводов, строитель Луганского и др. заводов — 85, 147.
- Геннин Виллм Иванович (1676—1750), выдающийся руководитель горного производства и станкостроитель — 5, 27, 137—140, 142.
- Герман Иван Филиппович (1755—1815), академик, член Берг Коллегии, автор многочисленных трудов по горно-заводскому производству — 85, 86, 147—153, 155, 160—163, 198—204, 230, 254.
- Гир де-ла Габриель-Филипп (de-la-Hire, 1677—1719), французский астроном, создавший в 1719 г. строгальный станок — 230—232, 263.
- Глебов Иван Федорович (1707—1774), генерал-аншеф, специалист артиллерийского производства — 142.
- Гольцапфель Чарльз (Holtzapffel, 1806—1847), английский станкостроитель, владелец завода — 57.

* В указатель включены имена тех деятелей, которые работали непосредственно в области машиностроения, эксплуатации или организации работы станочного оборудования.

- Грайжан Жан-Поль (Grandjean de Fouchy, 1707—1787), непременный секретарь Французской академии наук, астроном, поэт, писатель и конструктор токарных станков — 44, 45.
- Гролье Никола (Grollier de Servires, 1676—1745), граф французский военный деятель, токарь-любитель и коллекционер произведений токарного искусства — 77.
- Гюло (Hulot-père, 1715—1781), придворный механик Людовика XV — 5, 61, 62.
- Дерябин Андрей Федорович (1770—1820), оберберггауптман, специалист горнозаводского производства — 147.
- Джонсон Иван Иванович — старший, механик Тульского оружейного завода в 20—30 гг. XIX в. — 191.
- Дубинкин Василий. маркшейдерский ученик, чертежник Александровского пушечного завода в Петрозаводске (в 1827) — 165, 173.
- Ефимцов Петр, чертежник, мастер Александровского пушечного завода в Петрозаводске (в 1826) — 118.
- Захаво Павел Дмитриевич (1779—1839), конструктор металлорежущих станков, механик Тульского оружейного завода (с 1810) — 6, 115, 116, 122, 191, 192.
- Зуев, подполковник артиллерии, специалист по обработке стволов артиллерийских орудий, руководил перестройкой Брянского арсенала в начале XIX в. и установкой там горизонтальных машин взамен вертикальных — 200.
- Иванов Ф., предложил новый способ заделки раковин в стволах артиллерийских орудий — 200.
- Иванов Яков, ствольный заварщик, приемщик отделанных стволов Раширского оружейного завода (в 1663), происходил из г. Тулы — 183.
- Изгоров Леонтий, унтер-шхмейстер 1 кл., механик Луганского завода (в 1829), конструктор металлорежущих станков — 108, 110, 169, 254.
- Кириллов Ермолай, тульский кузнец, сотрудник М. В. Крasiльникова — 183.
- Кларк М., технический руководитель Александровского литейного завода в Петербурге, конструктор станков — 118.
- Клемент Джозеф (Klement, 1779—1844), английский механик и сталкостроитель — 4, 6, 62, 91, 239, 240, 243.
- Копиев, мастер в СПб. Арсенале, помощник А. К. Нартова в работах по артиллерии — 143.
- Крasiльников (Сидоров) Марк. Васильевич (ум. 1714), конструктор и строитель металлорежущих «вододействующих» станков для обработки металлических частей оружия на Тульском оружейном заводе — 6, 183—187.
- Кречетников Михаил Никитич (1729—1793), граф, генерал-аншеф, военный деятель, председатель комиссии для улучшения Тульского оружейного завода — 189.
- Кулибин Иван Петрович (1735—1818), механик, конструктор, изобретатель — 86, 163.
- Лейпольд Якоб (Leupold, 1674—1727), немецкий механик, автор многих трудов по машиностроению, издание которых финансировалось Петром I — 141, 159, 210, 211, 262.
- Лейтман Иоганн-Георг (1667—1736), член Петербургской академии наук, механик, оптик, работал по резанию металлов на станках — 41.
- Мариц Жан (Maritz, 1711—1790), уроженец Швейцарии, натурализовавшийся во Франции. Выдающийся деятель техники обработки металлов литьем, давлением и резанием — 144.
- Мачос Конрад (Malschoss, 1871—1942), профессор Берлинской высшей технической школы, немецкий историк техники, директор Союза немецких инженеров, работал по истории станков — 8, 84.
- Медведев, унтер-шхмейстер, работал чертежником на Александровском пушечном заводе в Петрозаводске — 117, 169.
- Мелиссино, Петр Иванович (1730—1797), генерал-от-артиллерии, специалист артиллерийского производства — 200.
- Мельников Павел Петрович (1804—1880), специалист в области машиностроения, деталей машин, подвижного состава ж. д., оборудования ж.-д. мастерских и строительства ж.-д. — 91, 92.
- Мэри Метью (Murrey, 1763—1826), английский станкостроитель — 6.
- Модсли Генри (Maudslay, 1771—1831), выдающийся английский станкостроитель — 4, 6, 56, 62, 82, 85—96, 108, 113, 120, 122, 131, 179, 180, 246—248, 250—252, 262, 263.
- Моксон Джозеф (Moxon, 1627—1700), английский математик и механик, автор популярной книги о важнейших ремеслах — 5, 34.
- Монж Гаспар (Monge, 1746—1818), французский геометр, инженер и общественный деятель, заведывал пушечными заводами Французской республики (в 1793), автор труда «Искусство лить пушки» — 5, 146, 147.
- Монье Карл, механик СПб. Арсенала в 30—40 гг. XIX в. — 173, 218, 249.

- Мосолов Максим, тульский кузнец, помощник М. В. Красильникова в постройке металлорежущих станков на Тульском оружейном заводе — 183.
- Нартов Андрей Андреевич (1737—1813), сын А. К. Нартова, выдающийся деятель культуры, завершал работы отца по станкостроению — 47, 200.
- Нартов Андрей Константинович (1693?—1756), выдающийся станкостроитель — 4—6, 45—56, 58, 61, 62, 64—70, 72, 73, 75—78, 80, 81, 98, 144, 200, 207, 208, 210, 213, 221, 222, 229—231, 233—235, 246, 247, 258, 261—263.
- Нитценов (Нитцель), Иван Андреевич (ум. в 1761), механик Тульского и Семеновского оружейных заводов — 57, 188.
- Нэсмит, Джеймс (Nasmyth, 1808—1890), английский станкостроитель и заводчик — 6, 62, 83, 91, 127—130, 180, 197, 198, 218, 225, 226, 244—246, 250.
- Пастухов Василий, Тульский оружейный мастер, строитель больших «вододействующих» металлорежущих станков в конце XVIII в. — 189—191.
- Петр I Великий (1672—1725), русский царь (с 1682), император (с 1721), выдающийся государственный деятель, полководец и деятель техники, в частности, машино- и станкостроения — 32, 35, 45—47, 56, 67, 183, 187, 188, 210, 228, 271.
- Плюмьер Шарль (Plumier, 1646—1706), монах, французский путешественник-натуралист, ботаник, физик, математик, конструктор научных инструментов и специалист в области токарного искусства — 5, 33, 35—43, 45, 46, 48—50, 52, 64, 71, 108, 228, 230.
- Подкопсенов Иван Никитич (1759—1833), уральский изобретатель и конструктор станков — 154, 155, 157.
- Ползунов Иван Иванович (1728—1766), теплотехник, один из изобретателей универсального теплового двигателя, создавал оборудование для постройки своих машин — 160.
- Рейхенбах Георг (Reichenbach, 1772—1826), немецкий механик, конструировал и изготовлял точные инструменты; в связи с необходимостью исполнения точных работ применил механизированный суппорт на токарном станке одновременно с Модсли — 84.
- Ренни Джордж (Rennie, 1791—1866), английский машино- и станкостроитель — 87, 88, 127, 129, 131—134, 180, 181, 197, 198, 225, 226, 236, 245.
- Робертс Ричард (Roberts, 1789—1864), английский машиностроитель, создал ряд металлорежущих станков оригинальной конструкции — 4, 6, 91, 237, 238.
- Сабакин Лев Федорович (1746—1813), механик, создал ряд металлорежущих станков — 85, 191.
- Смитон Джон (Smeaton, 1724—1792), английский строитель и машиностроитель — 159, 160, 164.
- Спафарьев, офицер артиллерии, был в Швеции для изучения артиллерийского производства (1833) — 144—146.
- Сурнин Алексей Михайлович (1767?—1811), изобретатель, механик, технический руководитель Тульского оружейного завода — 6, 191.
- Тет Петр Эдуардович, механик Уральского горного правления в 30—40 гг. XIX в., конструктор ряда металлорежущих станков — 122, 124.
- Тиу Антуан (Thiout, 1634?—1767), французский часовщик, конструктор и изобретатель — 57, 58.
- Уитни Илай (Whithey, 1765—1825), американский станкостроитель и фабрикант оружия — 222—225, 263.
- Ферберн Уильям (Fairbairn, 1789—1874), английский станкостроитель, ученый и промышленник — 6.
- Фок Никола (Fosc), французский механик середины XVIII в. — 4, 227, 236, 237, 263.
- Хатунцов, автор статей: «Краткое изъяснение действия зуборезной машины, находящейся на Императорской Александровской Мануфактуре» (Горн. ж., 1838) и «Краткие замечания о приготвлении зуборезных резцов и изъяснение действия, употребляющегося при этом производстве станка» (Горв. ж., 1838) — 213—217.
- Цейгер Иоганн-Эрнест (1720—1784), профессор механики в Петербургской академии наук — 59—61.
- Черепанов Ефим Алексеевич (1774—1842) — отец и МIRON Ефимович (1803—1849) — сын, выдающиеся уральские изобретатели, машино- и станкостроители — 96—105, 169, 170, 195, 219—221, 243, 244.
- Чулков Клементий Матвеевич (ум. в 1725), начальник Тульского оружейного завода при Петре I — 185.
- Шахматников, токарь по кости в Оружейной палате (до 1653) — 23.
- Шелашников Сергей, тульский кузнец, помощник М. В. Красильникова во время постройки «вододействующих» металлорежущих станков — 183—185.
- Шерюбен д'Орлеан, монах, физик, механик и конструктор токарных станков при Людовике XIV — 29—31.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
В в е д е н и е	3
Г л а в а I. Токарные станки	9
1. Возникновение и развитие лучкового токарного станка	11
2. Станки, приводимые в действие с помощью деревянной пружины	14
3. Отделение привода от станка; станки с маховиками; введение поддержек и суппортов для резца	24
4. Появление металлорежущих станков для изготовления осей, валов и винтов; накопление опыта резания металлов на станках и обобщение его в труде Ш. Плюмье	33
5. Обобщение А. К. Нартовым опыта станкостроения; создание токарно-винторезных станков; накатка резьбы	45
6. Токарно-копировальные станки XVIII в.	62
Станки для вырезания рельефов на плоскости и нанесения узоров	65
Станки для изготовления и украшения объемных художественных изделий	76
7. Преобразование токарных станков в эпоху промышленного переворота; механизированный суппорт Модсли на машиностроительных заводах; сменные шестерни	82
8. Производственные токарные станки 20—40-х годов XIX в.	96
Г л а в а II. Станки сверлильно-расточной группы	135
1. Станки для обработки стволов артиллерийских орудий	—
2. Расточные станки	158
3. Станки для обработки ружейных стволов	181
4. Универсальные сверлильные станки	192
5. Некоторые специальные сверлильные работы и оборудование для их выполнения	198
Г л а в а III. Фрезерные, строгальные и абразивные станки	205
1. Фрезерные станки	—
Станки для фрезерования зубьев колес	—
Станки для фрезерования поверхностей	221
2. Строгальные станки	227
Продольно-строгальные станки	236
Поперечно-строгальные станки	246
3. Абразивные станки	252

З а к л ю ч е н и е	258
Список литературы, не упомянутой в тексте	264
Список сокращений, принятых в книге	267
П р и л о ж е н и е	268
Словарь старинных машиностроительных терминов . . .	275
Именной указатель	278

ФЕДОР НИКОЛАЕВИЧ ЗАГОРСКИЙ
ОЧЕРКИ ПО ИСТОРИИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКО.

Утверждено к печати
Институтом истории естественных и технических
Академии наук СССР

Редактор издательства *С. П. Луппов*
Художник *С. Н. Тарасов*
Технический редактор *А. В. Смирнова*
Корректоры *Н. И. Журавлева, А. И. Кац и*
И. А. Кириллова

Сдано в набор 19/X 1960 г. Подписано
к печати 31/XII 1960 г. РИСО АН СССР
№ 15—127В. Формат бумаги 70 × 108⁵/₁₆.
Бум. л. 8⁷/₈. Печ. л. 17³/₄ = 24.31 усл. печ. л. +
+ 3 вкл. Уч.-изд. л. 22 22 + 3 вкл. (1.17).
Изд. № 1117. Тип. знак № 878. Тираж 2500.
М-45700

Цена с 1 января 1961 г. 1 р. 80 к.

Ленинградское отделение Издательства АН СССР
Ленинград, В-164, Менделеевская лин., д. 1

4-тип. Издательства Академии наук СССР
Ленинград, В-34, 9 линия, д. 12